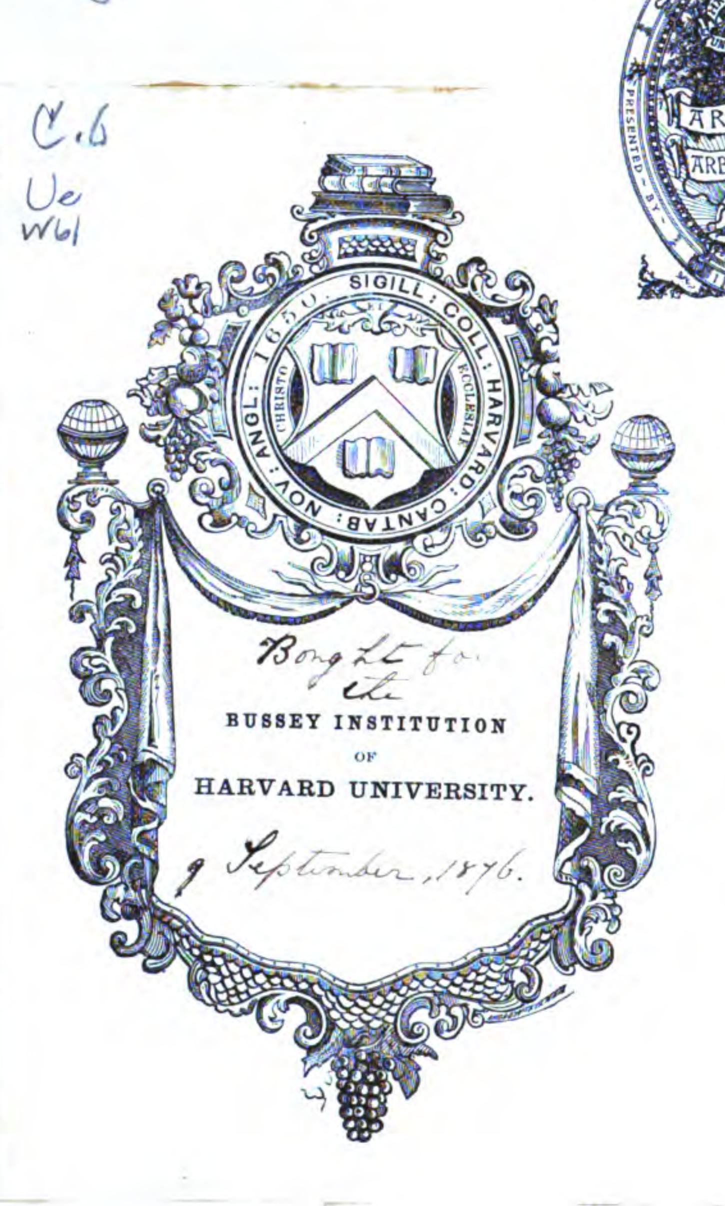
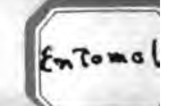
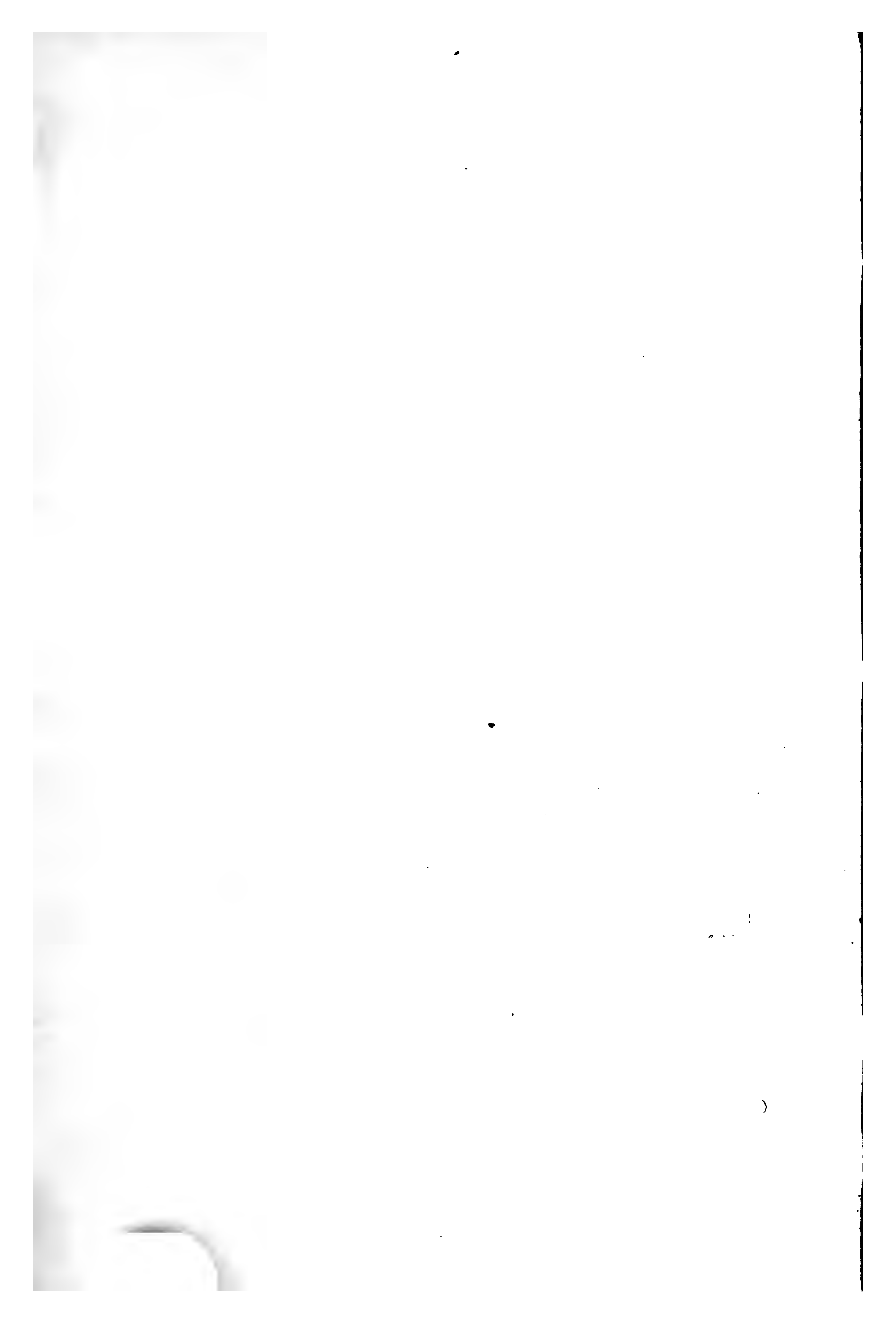

SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650
CHRISTO
ECCLESIAE





Microscopical enemies of the forest.

Die

mikroskopischen Feinde des Waldes.

Naturwissenschaftliche Beiträge

zur

Kenntniss der Baum- und Holzkrankheiten,

für

Forstmänner und Botaniker,

bearbeitet und in zwanglosen Heften herausgegeben

von

Dr. **Moritz Willkomm,**

Professor an der Königl. Sächs. Akademie für Forst- und Landwirthe.

Erstes Heft.

Mit 4 Holzschnitten und 8 lithographirten Tafeln nach Originalzeichnungen des Verfassers.

Dresden,

G. Schönfeld's Buchhandlung (C. A. Werner).

1866.

Vorrede.

Die Herausgabe der nachfolgenden Blätter wurde veranlasst durch die 25. Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe zu Dresden, bei welcher mir die Einleitung der Frage über die Rothfäule (Nr. 8 der Section III des Programms) in der forstlichen Section übertragen worden war. Das Studium der forstlichen und botanischen Literatur überzeugten mich sehr bald, dass bezüglich jener so wichtigen Baumkrankheit — abgesehen von den früher durch Th. Hartig veröffentlichten Forschungen — noch keine umfassenden und gründlichen Untersuchungen angestellt worden waren. Da ich mich nun nicht entschliessen konnte, in der verlangten Einleitung mich auf eine blosse Zusammenstellung der im Laufe der Zeit über die Rothfäule laut gewordenen sich zum Theil sehr widersprechenden Ansichten und Meinungen zu beschränken oder zu den vielen schon vorhandenen unhaltbaren Hypothesen eine neue hinzuzufügen, mir aber daran lag, ja ich es geradezu für meine Pflicht hielt, unsere Kenntniss von der Rothfäule zu fördern, so benutzte ich die allerdings nur kurze und durch Berufsgeschäfte und literarische Arbeiten ausserdem noch sehr beschränkte Zeit, welche mir bis zur Versammlung blieb, um eine Reihe mikroskopischer und mikrochemischer Untersuchungen über rothfaules Fichten- und Eichenholz anzustellen. Der lebhafte Beifall, welcher mir nach Mittheilung der Ergebnisse dieser Forschungen in der forstlichen Section zu Theil wurde, liess mich erkennen, dass ich doch wohl den rechten Weg eingeschlagen hatte und ermuthigte mich, auf dem betretenen, freilich mühsamen und zeitraubenden Wege weiter zu forschen. Es erschien mir zugleich nicht zweckmässig, mit der Veröffentlichung meiner Beobachungen so lange zu zögern, bis der ganze Krankheitsprocess der Rothfäule offen und klar zu Tage liege, denn ehe wir dahin gelangen werden, können noch Jahrzehnde vergehen; dennoch waren meine Forschungen bis zur Dresdner Versammlung noch zu wenig in sich abgeschlossen, als dass sie sich zur unmittel-

baren Veröffentlichung geeignet hätten. Ich habe deshalb dieselben emsig fortgesetzt und übergebe deren Resultate nunmehr, wo jene zu einem gewissen, wenn auch nur vorläufigen Abschluss gediehen sind, dem forstlichen und botanischen Publikum in Form eines ersten Artikels, indem ich hoffe, dass es sowohl mir selbst vergönnt sein werde, diese Krankheit auch fernerhin zu verfolgen und demgemäss noch einige Artikel über dieselbe zu veröffentlichen, als auch dass durch diese meine Forschungen angeregt Andere, seien es Forstmänner oder Physiologen, meine eigenen Untersuchungen wiederholen und prüfen, also selbst sich mit der Erforschung jener auch wissenschaftlich überaus interessanten Krankheit beschäftigen werden. Die hauptsächlichsten Resultate meiner bis Ende September 1865 fortgeführten Untersuchungen habe ich bereits in dem kürzlich erschienenen 1. Hefte der von Herrn Professor Dr. Karsten herausgegebenen Zeitschrift veröffentlicht.*)

Das Studium der forstlichen und forstbotanischen Literatur bezüglich der Rothfäule und die eigenen Wahrnehmungen, welche ich während meiner mehr als zehnjährigen Laufbahn als Lehrer der organischen Naturgeschichte an einer der ersten Forstlehranstalten Europas theils im Kreise meines Lehramts, theils auf zahlreichen Reisen im In- und Auslande bezüglich der Art und Weise, wie auf forstlichem Gebiete die Erscheinungen des Pflanzenlebens beobachtet und beurtheilt zu werden pflegen, machen konnte und musste, haben mir zugleich die Ueberzeugung beigebracht, dass, soll anders die Forstwirthschaftslehre das sein, was sie sein will und sein muss, nämlich eine Wissenschaft, es höchste Zeit sei, der Oberflächlichkeit, mit welcher im Allgemeinen — rühmliche Ausnahmen kommen Gott sei Dank! vor — in forstlichen Kreisen die Naturerscheinungen beobachtet zu werden pflegen, ja, sagen wir es gerade heraus, der Unwissenschaftlichkeit, welche sich seit geraumer Zeit in solchen Kreisen auf naturwissenschaftlichem Gebiete breit macht, offen und entschieden entgegenzutreten. Bleiben wir bei den Krankheiten der Holzgewächse, ja nur der forstlichen Culturpflanzen stehen, so sind es die Roth- und Weissfäule nicht allein, bei deren Erklärung man sich bisher in der Hauptsache bloss mit flüchtigen Wahrnehmungen und darauf gebauten Hypothesen begnügt hat, sondern gar manche andere Krankheit ist noch ebenso unaufgeklärt. Ich erinnere an das plötzliche Absterben von jungen und älteren Fichten und Kiefern ohne scheinbar äussere Veranlassung, an den Harzzopf oder Kienwipfel der Kiefern, an die Cotyledonenkrankheit der Rothbuche, durch welche hin und wieder schon der

*) Botanische Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium der landwirthschaftlichen Lehranstalt in Berlin. Erstes Heft. Berlin, 1865.

ganze Buchenaufschlag oder ganze Buchensaaten vernichtet worden sind, u. a. m. Was wissen wir über die Ursachen dieser Krankheiten, die mindestens empfindliche Lücken in den Culturen und Beständen herbeiführen? So viel wie nichts. Allerdings haben sich die Botaniker und Pflanzenphysiologen von Fach ebenso wenig wie die Forstleute mit gründlicher Untersuchung der Baum- und Holzkrankheiten abgegeben; indessen lag es jenen, welche gerade genug zu thun hatten und noch zu thun haben mit der Erforschung des Baues und Lebens der gesunden Pflanze — und Beides kann nirgends complicirter sein, als bei den Holzgewächsen — lange nicht so nahe, sich um die Krankheiten der Holzarten zu kümmern, als den Holzproducenten, denen doch in ihrem eigenen Interesse, im Interesse der Rente ihres Waldes, daran gelegen sein musste, gesundes Holz zu erziehen, welche also deshalb schon längst hätten bemüht sein sollen, die Ursache derjenigen Krankheiten, die theils das Leben der Bäume bedrohen, theils den Werth des Holzes verringern, zu ergründen, oder vermochten sie dies nicht selbst aus irgend welchen Gründen, dazu befähigte Naturforscher zu beauftragen, auf Kosten der Forstkasse die zur Aufklärung der Baum- und Holzkrankheiten erforderlichen Untersuchungen und Versuche zu machen. Wäre dies schon seit Jahrzehnden geschehen, gewiss, wir würden jetzt mehr wissen von jenen Krankheiten, als es leider der Fall ist.

Werfen wir hier einen vergleichenden Blick auf das verwandte Gebiet der Landwirthschaft, so lässt sich nicht läugnen, dass man hier in der Erkenntniss der Krankheiten der Culturgewächse, wie in manchen andern Dingen, ein gutes Stück weiter ist als in der Forstwirthschaft. Die wichtigsten Krankheiten der landwirthschaftlichen Culturpflanzen (Brand, Rost, Mutterkorn des Getreides, Mehlthau, Kartoffel- und Traubenkrankheit) sind jetzt, — Dank der mikroskopisch-physiologischen Forschung und zahlreicher comparativer Versuche — bezüglich ihrer wahren Umstände vollkommen aufgeklärt. Wenn daher noch gegenwärtig in landwirthschaftlichen Kreisen behauptet wird, wie man es oft genug hören kann, dass z. B. die Kartoffelkrankheit durch Witterungs-, Standorts- oder Düngungsverhältnisse hervorgebracht werde oder auf einer eigenthümlichen Entartung der Pflanze beruhe, oder wenn Zweifel in die Ergebnisse der streng wissenschaftlichen Forschung gesetzt, diese wohl gar bespöttelt werden, so beweisen dergleichen Landwirthe nur, dass ihnen entweder die wissenschaftlichen Forschungen der Neuzeit unbekannt geblieben sind, oder dass sie dieselben nicht verstehen und begreifen oder nicht verstehen und begreifen wollen. An dergleichen Leuten ist auch in forstlichen Kreisen leider kein Mangel! — Was nun die Aufklärung jener Krankheiten der landwirthschaftlichen Culturgewächse an-

belangt, so verdanken wir dieselbe keineswsgs bloss Pflanzenphysiologen und Botanikern von Fach, sondern auch praktischen, aber freilich naturwissenschaftlich gründlich durchgebildeten Landwirthen. Ich könnte mehrere Namen nennen, will mich aber nur auf die Nennung eines solchen praktischen Landwirths beschränken, des jetzigen Professors Dr. Julius Kühn in Halle. Sein Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten, welches bereits 1858 erschien, zu einer Zeit, wo Kühn noch praktischer Landwirth war, enthält eine Reihe der trefflichsten eigenen mikroskopischen Forschungen; ihm verdanken wir auch die endliche Aufklärung der Mutterkornkrankheit.*) Was dem praktischen Landwirth möglich war, muss auch dem praktischen Forstwirthe möglich sein, wozu jener neben seinen Berufsgeschäften Zeit hat, muss auch dieser Zeit haben können. Die häufig zu hörende Entschuldigung, der praktische Forstmann habe zu mikroskopischen und andern wissenschaftlichen Untersuchungen keine Zeit, kann ich daher im Allgemeinen nicht gelten lassen.

Während die landwirthschaftliche Literatur durch Kühn schon vor Jahren ein Handbuch der Pflanzenkrankheiten erhalten hat, ist in der forstlichen erst der Anfang gemacht worden, Beiträge zu einem solchen zu liefern. Und zwar verdanken wir diese sehr werthvollen Beiträge in der Hauptsache Naturforschern, während die praktischen Forstmänner sich meist damit begnügt haben, ihre Erfahrungen bezüglich der einzelnen Baumkrankheiten zu veröffentlichen und auf dieselben Hypothesen zu bauen. Diese sogenannten „Erfahrungen" haben der Mehrzahl nach nur geringen Werth, weil sie gewöhnlich nicht durch comparative Versuche geprüft sind. Eine durch comparative Versuche nicht geprüfte und als richtig erwiesene Erfahrung ist aber — wenigstens im Gebiet der Naturforschung — gar keine wirkliche Erfahrung, sondern eine blosse Wahrnehmung. Wenn z. B. behauptet wird, die Rothfäule der Fichte werde durch einen zu fetten, zu nahrhaften Boden in warmer Lage hervorgebracht, weil man auf solchem häufig rothfaule Fichten finde, so würde diese „Erfahrung" nur dann wichtig sein und Werth haben, wenn auf dem Wege comparativer Versuche der Beweis geführt worden wäre, dass auf dergleichen Boden die Fichte stets rothfaul wird, d. h. wenn man vollkommen gesunde, in einem normalen Saatkamp erzogene Fichtenpflanzen gleichzeitig auf solchen fetten, warmen und auf magern oder überhaupt anders beschaffenen Boden verpflanzt

*) Vgl. Untersuchungen über die Entwickelung, das künstliche Hervorrufen und die Verhütung des Mutterkorns. In den Mittheilungen aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsstation des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle. I. Heft. 1863.

und später gefunden hätte, dass die auf den fetten warmen Boden versetzten Fichten rothfaul geworden wären, alle übrigen nicht. Dergleichen Versuche, welche verglichen mit mikroskopisch-physiologischen Forschungen nur geringe Mühe und Schwierigkeiten verursachen und wenig Zeit in Anspruch nehmen, hätten bezüglich der Rothfäule schon längst angestellt werden können. Erfahrungen, welche auf solchen comparativen Versuchen beruhen, deren Richtigkeit durch dieselben bewiesen oder wenigstens wahrscheinlich gemacht worden ist, haben wissenschaftlichen Werth und werden sicher von jedem Naturforscher respektirt werden, alle andern Erfahrungen dagegen, welche eben blosse Wahrnehmungen sind, besitzen nur geringen Werth und können deshalb auch keinen Anspruch auf die Beachtung von Seiten der streng wissenschaftlichen Forschung machen.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich von selbst, dass daran, dass wir noch so weit zurück sind in der Erkenntniss der Krankheiten der Waldbäume, die bisherige Methode der Forschung allein schuld sein dürfte. Man hat bisher hauptsächlich bloss die äusserliche Erscheinung der Krankheiten und ihre Wirkung beobachtet und daraus, wie aus dem vorzugsweisen Vorkommen der Krankheiten unter gewissen Standortsverhältnissen Schlüsse auf die etwaigen Ursachen gezogen. Dies Verfahren konnte natürlich zu nichts Anderem führen, als zu blossen Hypothesen, und da jeder Beobachter sich auf Thatsachen zu stützen vermochte, so konnte es nicht fehlen, dass über die einzelnen Krankheiten im Laufe der Zeit eine Menge sich zum Theil widersprechender Meinungen entstanden. Auf diesem Wege, der als unwissenschaftlich bezeichnet werden muss, wenigstens in unserer Zeit, wo die Naturwissenschaft tagtäglich durch directe Forschung mit Mikroskop, Scalpell, Retorte, Waage und Maassstab Triumphe feiert, kommen wir in der Erkenntniss der Baumkrankheiten wie des Baumlebens überhaupt nicht weiter. Beharrt die Forstwirthschaft bei dieser Methode, so wird sie bezüglich der genannten wie vieler andern Dinge in hundert Jahren noch genau auf demselben Standpunkte stehen, wo sie jetzt steht und vor fünfzig und mehr Jahren bereits stand. Die Forstwirthschaftslehre muss, wenn sie anders eine Wissenschaft sein will, gleichen Schritt zu halten suchen mit der Entwickelung der Naturwissenschaft — und fügen wir hinzu, auch der Mathematik und Volkswirthschaftslehre — denn die Forstwirthschaft (wie die Landwirthschaft) ist und kann nichts Anderes sein, als eine auf die Holzproduction angewandte Naturwissenschaft, Mathematik und Nationalökonomie. Ich habe nur einen Theil der Naturwissenschaft und zwar die sogenannte „organische Naturgeschichte“ zu vertreten und will mich hier nur auf zwei Disciplinen derselben beschränken, auf die

Pflanzenphysiologie und Pflanzengeographie. Welch' ungeheure Fortschritte haben diese beiden in raschester Entwickelung begriffenen Zweige der botanischen Wissenschaft nur in den letzten 15 Jahren gemacht! Ich frage, hat die praktische Forstwirthschaft in derselben Zeit sich um diese beiden, sie unmittelbar interessirenden, weil die Grundlage des Waldbaues bildenden Zweige der Naturwissenschaft so gekümmert, wie es zu einem wissenschaftlichen und folglich rationellen Betriebe der Walderziehung (Waldverjüngung und Waldpflege) erforderlich war? Hat sie insbesondere sich diejenigen Ergebnisse der pflanzenphysiologischen und pflanzengeographischen Forschungen, welche sich auf die Ernährungs- und die Wachsthumsverhältnisse unserer Holzarten und auf die Gesetze ihres Vorkommens und ihres Gedeihens unter bestimmten Standortsverhältnissen beziehen, zu Nutze gemacht, um die Walderziehung danach entsprechend zu verbessern, manche eingerostete Vorurtheile zu verbannen, jeder Holzart den ihren Lebensbedingungen entsprechenden Standort anzuweisen und die dem entgegenstehende, so häufig vorkommende, schablonenmässige Bewirthschaftung der Wälder mehr und mehr abzustellen? — Die Antwort auf diese Frage mag sich der Leser selbst geben. Es ist wahrlich hohe Zeit, dass es anders werde, — und es muss Jeder, dem das Wohl des Waldes, wie die Würde der Forstwirthschaft und der Forstwirthschaftslehre am Herzen liegt, dazu beitragen, soweit es sein Beruf mit sich bringt, — es ist hohe Zeit, dass die Forstwissenschaft wissenschaftlicher werde, will sie neben den übrigen Wissenschaften sich einen achtunggebietenden Platz sichern.

Damit aber mehr Wissenschaftlichkeit in die Forstwirthschaft komme, ist es vor Allem nothwendig, dass wissenschaftliches Streben und wissenschaftliche Forschung in den forstlichen Kreisen selbst die volle ihr gebührende Anerkennung finde und nicht, wie es leider nur zu häufig vorkommt, der wirklich wissenschaftlich gebildete Forstmann als unpraktisch, d. h. als im praktischen Dienst unbrauchbar bezeichnet werde. Was hilft es den Lehrern an forstlichen Akademieen, dass sie sich alle erdenkliche Mühe geben, ihren Schülern eine tüchtige wissenschaftliche Grundlage zu geben und Liebe zur Wissenschaft in ihnen zu erwecken, wenn draussen in der Praxis, wie es gar nicht selten geschieht, von Seiten vielleicht hochgestellter und einflussreicher Forstbeamten die Wissenschaft missachtet, ja lächerlich gemacht und Holzhauerweissheit ihr vorgezogen wird? Was hilft es den jungen Forstmännern, denen es wirklich Ernst um wissenschaftliche Bildung und Forschung ist und die deshalb ihre Zeit wohl benutzten, um sich sowohl während ihrer Lehrjahre als später möglichst umfassende Kenntnisse in den Grund- und Fachwissenschaften zu erwerben, und

welche vielleicht nach rühmlich überstandener Anstellungsprüfung erfüllt mit dem lobenswerthesten wissenschaftlichen Streben .in die Praxis übertreten: was hilft es denselben, wenn sie dann nicht allein keine Gelegenheit finden, wissenschaftlich fortarbeiten oder die mühsam erworbenen Kenntnisse praktisch anwenden zu können, sondern sie sogar mit ansehen müssen, wie man sie als unpraktische Menschen andern mittelmässigen Köpfen, die mit Noth und Mühe durch das Examen gekommen sind, nachstellt, weil diese im praktischen Dienst brauchbarer sind, indem sie in *verba magistri* schwören und in unteroffiziersmässiger Subordination blindlings thun, was ihnen aufgetragen wird? Wie soll sich die Liebe zur Wissenschaft und zu ernster wissenschaftlicher Forschung erhalten, wenn der junge Forstmann es nicht wagen darf, älteren oder höher gestellten Forstmännern gegenüber seine Meinung frei und offen auszusprechen, will er nicht riskiren, entweder ganz ignorirt, oder ausgelacht oder durch sogenannte „Erfahrungen", mit denen er freilich noch nicht aufzuwarten vermag, zur Ruhe verwiesen zu werden? Wenn der junge Forstmann erst sieht, dass die Wissenschaft bei einem grossen Theil der forstlichen Praktiker und namentlich bei einflussreichen Oberforstbeamten wenig oder nichts gilt, wenn er mit ansehen muss, wie selbst von wissenschaftlichem Geist beseelte Revierverwalter gegen ihre eigene bessere Ueberzeugung bei Erörterung praktischer Fragen, wo die Wissenschaft mitzureden hat, schweigen, weil vielleicht der vorgesetzte Oberforstbeamte eine andere Ansicht von der Sache hat und eine Opposition ungnädig aufnehmen könnte: was Wunder, wenn er sich fortan auch nicht mehr um die Wissenschaft kümmert, sondern auch lieber den breit ausgetretenen und bequemeren Weg der hergebrachten Gewohnheit wandelt? — So kann oft binnen wenigen Wochen die wissenschaftliche Grundlage, welche während der Lehrjahre mühsam gelegt wurde, für immer eingerissen werden und der Lehrer hat umsonst gearbeitet! — Auch in dieser Beziehung muss es anders werden, soll wissenschaftlicher Geist neu belebend die Forstwirthschaft durchdringen und dieselbe den andern Zweigen der angewandten Naturwissenschaft ebenbürtig machen. Geschieht dies nicht, giebt man in der forstlichen Praxis der wissenschaftlichen Forschung nicht mehr Raum, als es bisher geschehen ist, fährt man ferner fort, die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung nicht praktisch zu verwerthen, wenn auch zunächst nur versuchsweise — mehr kann und wird kein vernünftiger Vertreter der Grundwissenschaften verlangen —, begnügt man sich vielmehr damit, mit der Wissenschaft bloss gelegentlich Staat zu machen, anstatt sich zu entschliessen, sich durch die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung beim Forstbetrieb selbst leiten zu lassen, beharrt man mit einem Worte bei dem her-

gebrachten, liebgewonnenen weil bequem gewordenen Wirthschaftssystem, ohne an zeitgemässe und der wissenschaftlichen Forschung entsprechende Reformen zu denken: so wird es nicht lange dauern und die Forstwirthschaft ist, anstatt sich als Wissenschaft naturgemäss weiter zu entwickeln, zu dem herabgesunken, was sie im Anfange war, zu einem Handwerk! —

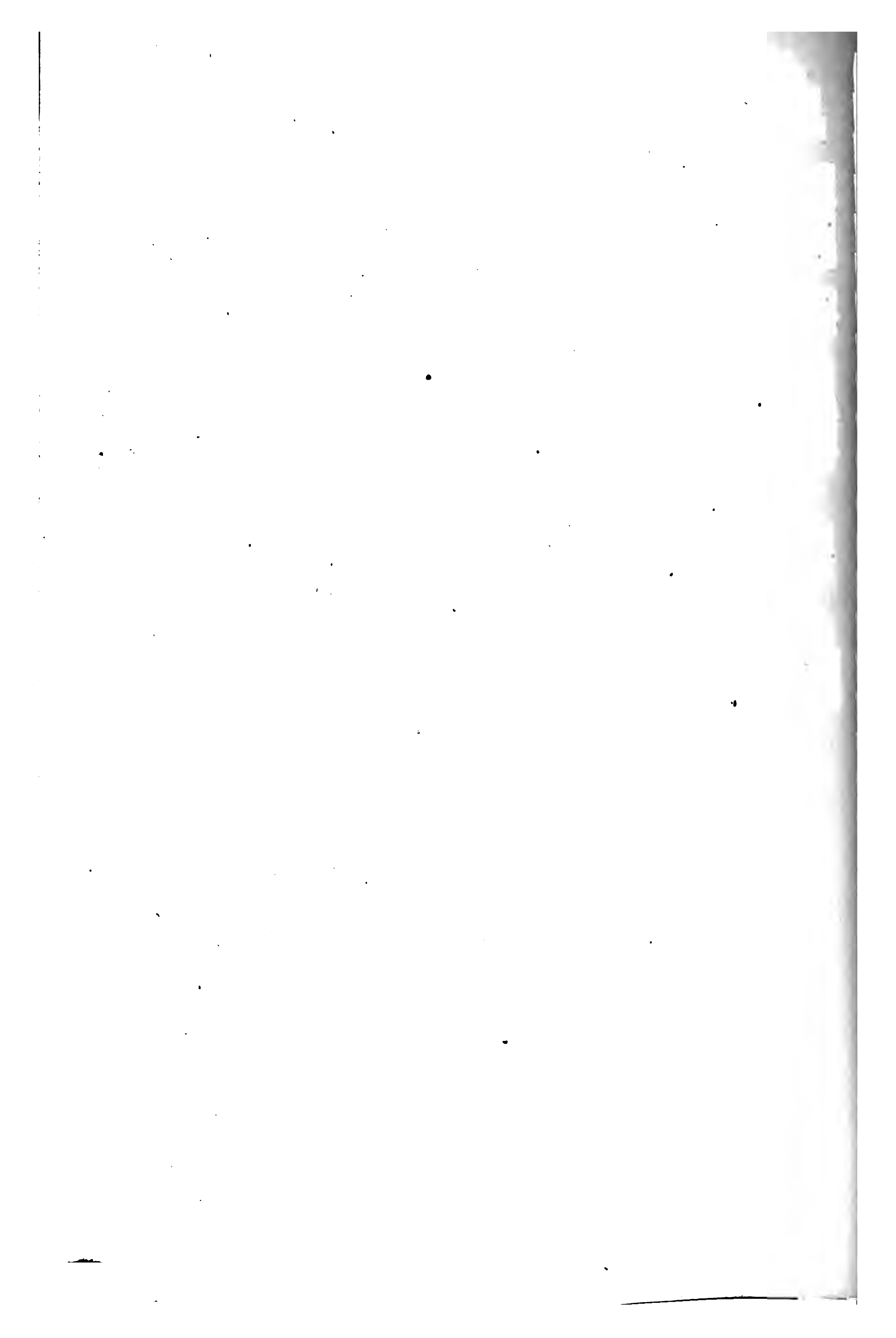
Möchten die nachfolgenden Blätter, welche gelegentlich, wenn sich neuer Stoff angesammelt hat, fortgesetzt werden sollen, dazu beitragen, echt wissenschaftlichen Geist in forstlichen Kreisen zu fördern und zu wissenschaftlicher Forschung anzuregen! Sie haben nicht allein den Zweck, wie das Titelblatt besagt, Beiträge zur Kenntniss der Baum- und Holzkrankheiten zu liefern, sie sollen ganz besonders dazu dienen, die Unwissenschaftlichkeit in der praktischen Forstwirthschaft zu bekämpfen, und deshalb glaubte ihr Verfasser diejenigen Betrachtungen vorausschicken zu müssen, welche dieses Vorwort etwas umfänglich gemacht haben. Sie sollen zugleich die Vorläufer eines grösseren Werkes sein, für welches ich bereits seit sieben Jahren Studien gemacht habe, eines Handbuchs der wissenschaftlichen Forstbotanik, verbunden mit einer kritischen Beleuchtung der bisherigen Walderziehung von forstnaturwissenschaftlichem beziehentlich pflanzengeographischem und physiologischem Standpunkte aus. Da aber meine Untersuchungen über die Waldbäume und deren geographische Verbreitung und über die daraus sich ergebenden Gesetze ihres Gedeihens noch nicht zum Abschlusse gediehen sind, so kann ich auch an die Bearbeitung dieses Werkes noch nicht so bald denken. *Nonum prematur in annum!*

Schliesslich erlaube ich mir noch eine Bemerkung über den Titel dieser Blätter. Die „mikroskopischen Feinde des Waldes" habe ich sie genannt, weil bei allen jenen Baum- und Holzkrankheiten, die ich in den Kreis meiner Untersuchungen ziehen will oder schon gezogen habe, mikroskopische Pilze, bei manchen auch Thiere (Milben) eine mehr oder weniger hervorragende Rolle spielen. Dass ich in dem ersten Hefte dieser Blätter in einer besonderen Einleitung der Methode der Forschung eine eingehende Betrachtung widme, bedarf nach dem, was ich in dieser Vorrede über die bisherige Art und Weise der sogenannten Forschung gesagt habe, keiner weiteren Rechtfertigung. Und somit übergebe ich das erste Heft dieser Blätter dem forstlichen Publicum, — insbesondere allen wissenschaftsfreundlichen Forstmännern — sowie den Botanikern, welche letztere die Einleitung überschlagen können, mit der Bitte um strenge Prüfung und vorurtheilsfreie Kritik.

Tharand, im März 1866.

Der Verfasser.

Inhalt dieses Heftes.



Die

mikroskopischen Feinde des Waldes

Naturwissenschaftliche Beiträge

zur

Kenntniss der Baum- und Holzkrankheiten,

für

Forstmänner und Botaniker,

bearbeitet und in zwanglosen Heften herausgegeben

von

Dr. Moritz Willkomm,

Professor an der Königl. Sächs. Akademie für Forst- und Landwirthe.

Zweites Heft.

Mit 3 Holzschnitten und 6 lithographirten Tafeln nach Originalzeichnungen des Verfasser

Dresden,

G. Schönfeld's Buchhandlung (C. A. Werner).

1867.

Inhalt des zweiten Heftes.

Das im vorigen Jahre erschienene **Erste Heft** mit 4 Holzschnitten und 8 lithographirten Tafeln (wovon 4 in Buntdruck) nach Originalzeichnungen des Verfassers. Lex. 8. Eleg. geh. Preis: 2 Thlr. 24 Ngr. enthielt:

Einleitung.

I.
Die Methode der Forschung.

„**Naturkunde** und **Mathematik** sind die eigentlichen Vorbereitungswissenschaften, mit deren **gründlicher** Erlernung ein junger Forstmann, dem es um **gründliche** Kenntniss und um einen daraus fliessenden **glücklichen Erfolg** seiner Bemühungen zu thun ist, den Anfang machen muss; denn sie enthalten theils die Geschichte der Naturkörper, mit welcher sich die Hauptwissenschaft beschäftigt, und lehren den Werth derselben in allen Rücksichten und Verhältnissen kennen, theils enthalten sie die Gründe ihrer Behandlungs- und Benutzungsweise, welche in der Forstwirthschaft, Oekonomie und Technologie gelehrt werden. **Nur gründliches Studium dieser beiden Vorbereitungswissenschaften und richtige Anwendung derselben auf's Forstwesen können den einzigen festen Grund der ganzen Forstwissenschaft geben.**“

Borkhausen. *)

Dies schrieb **Borkhausen**, seiner Zeit Fürstl. Hessen-Darmstädtischer Kammerrath, vor 65 Jahren und schon 7 Jahre früher hatte **Walter**, Professor in Giessen, denselben Ausspruch mit fast denselben Worten gethan**). Hätte die praktische Forstwirthschaft diese wahrhaft goldnen Worte so beherzigt, wie sie es wohl verdienten, gewiss, sie würde jetzt weiter sein nicht allein in der Kenntniss der Baumkrankheiten, sondern in manchen andern und noch wichtigeren Dingen, als sie es ist. Nur wenige praktische Forstwirthe sind es, welche in Borkhausen's Sinne gehandelt und die „Vorbereitungswissenschaften“, die wir lieber als die Grundwissenschaften“ der Forstwirth-

*) Theoretisch-praktisches Handbuch der Forstbotanik und Forsttechnologie. Giessen und Darmstadt. 1800. S. IX der Vorrede.

**) Theoretisch-praktisches Handbuch der Naturgeschichte der Holzarten. 1793.

schaft bezeichnen wollen, zur Richtschnur ihres Wirkens gemacht und dadurch Grosses geleistet haben; unter diesen wenigen steht oben an unser unvergesslicher Heinrich Cotta. Seine „Naturbeobachtungen über die Bewegung und Function des Saftes in den Gewächsen, mit vorzüglicher Hinsicht auf Holzpflanzen" (Weimar 1806) werden, trotzdem dass die meisten Pflanzenphysiologen von Fach unserer Zeit von dieser Schrift keine Kunde zu haben scheinen und daher selbst Männer, wie Schleiden und Schacht dieselbe ignoriren, das Haupt- und Fundamentalwerk über die Saftbewegung für alle Zeiten sein und bleiben. Cotta verfuhr bei seinen Untersuchungen nach derjenigen Methode, mit welcher wir uns hier eingehend bezüglich der Erforschung der Baumkrankheiten beschäftigen wollen, nach derjenigen Methode, durch welche die moderne Naturforschung auf allen Gebieten der Naturwissenschaft die grössten Entdeckungen gemacht hat, nach der sogenannten inductiven Methode. Diese macht sich die directe Erforschung des zu untersuchenden Gegenstandes, sei es auf anatomischem, chemischem oder physikalischem Wege, zur Aufgabe und lässt sich durch das zuerst gefundene Resultat einer mit aller Umsicht, Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit und mit möglichster Objectivität der Anschauung gemachten Untersuchung zu weiteren Untersuchungen und Versuchen fortleiten. Die zuerst angestellte Untersuchung wird die Führerin, an deren Hand der Forscher immer weiter einzudringen sucht in das Innere der Natur; er reiht Beobachtung an Beobachtung, Resultat an Resultat, Versuch an Versuch und gelangt so nach kürzerer oder längerer Zeit entweder an das gewünschte Ziel, d. h. zur vollständigen Lösung der ihm vorliegenden Frage, oder wenigstens zu einem solchen Abschluss, dass es möglich ist, eine wohlbegründete und auf Wahrscheinlichkeit Anspruch machen dürfende Hypothese aus den beobachteten Thatsachen abzuleiten. Nicht selten gelingt es in letzterem Falle, auf experimentellem Wege, d. h. durch comparative, nach Massgabe der beobachteten Thatsachen angestellte Versuche die Richtigkeit der aufgestellten Hypothese zu beweisen und so das gewünschte Ziel, die vollständige Lösung der Frage, zu erreichen. So, um ein Beispiel anzuführen, wies bald nach dem ersten Auftreten der bekannten Kartoffelkrankheit die mikroskopische Untersuchung der kranken Pflanze das Vorhandensein eines Schimmelpilzes nach, welcher offenbar die Zerstörung des Zellgewebes der Blätter verursachte, und es fehlte schon damals nicht an Beobachtern, welche gestützt auf das Auftreten und die fortschreitende Entwickelung des Pilzes ganz folgerichtig behaupteten, dass dieser Pilz die eigentliche Ursache der Kartoffelkrankheit sei, eine Behauptung, die vielfach verspottet und bestritten, sich doch endlich nach fast 20 Jahren unausgesetzter Forschung als die einzig richtige herausgestellt

hat. Die mikroskopische Untersuchung allein hätte aber der Wahrheit nicht zum Siege zu verhelfen vermocht, denn obwohl sie die Entwickelungsgeschichte des verderblichen Pilzes vollständig aufklärte und jener Hypothese, dass derselbe und nichts Anderes die eigentliche und einzige Ursache der Kartoffelkrankheit sei, dass er die Kartoffelpflanze krank mache, den höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit verlieh, so konnte sie doch die Richtigkeit der aufgestellten Hypothese nicht beweisen und deshalb waren auch dann noch die Zweifel an deren Stichhaltigkeit vollkommen berechtigt. Diese Zweifel sind bekanntlich durch die schönen auf die Entwickelungsgeschichte des Pilzes basirten comparativen Experimente Speerschneider's, v. Holle's und De Bary's u. A. vollständig gelöst worden, indem es den genannten und anderen Forschern gelang, in vollkommen gesunden Kartoffelpflanzen und Kartoffelknollen durch Uebertragung der Sporangien des Kartoffelkrautschimmels die Blatt- und Knollenfäule künstlich hervorzurufen Weiter auf diese Krankheit einzugehen ist hier nicht der Ort.*)

Dieser Weg der inductiven Methode ist freilich ein viel mühsamerer und zeitraubenderer Weg, als derjenige der empirischen, welche sich mit der einfachen Beobachtung der äusseren Verhältnisse, des Vorkommens und der Wirkung der Naturerscheinungen begnügt, also „Erfahrungen" zu machen sucht und daraus Schlüsse auf die derselben zu Grunde liegenden Ursachen zu ziehen bestrebt ist, führt aber sicher, wenn vielleicht auch erst nach Decennien angestrengtester Arbeit zum Ziele, während die empirische Methode es im glücklichsten Falle zu einer mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit habenden Hypothese bringt. Diese empirische Methode beherrschte in früherer Zeit das weite Gebiet der Naturwissenschaft, der reinen wie angewandten fast vollständig, obwohl es zu jeder Zeit einzelne Forscher gegeben hat, welche den Weg der inductiven Methode betreten und daher auch fast allein die Wissenschaft gefördert haben, und spielt noch gegenwärtig in der menschlichen Heilkunde eine grosse Rolle, weil freilich mit Menschen sich nicht experimentiren lässt, wie mit Pflanzen und Thieren. Sonst hat die moderne Naturforschung die empirische Methode als unbrauchbar, weil nicht zum Ziele führend, längst verbannt und würde derjenige Naturforscher, welcher gegenwärtig noch nach blossen äusseren Wahrnehmungen irgend eine Erscheinung des Pflanzen- oder Thierlebens erklären wollte, in naturwissenschaftlichen Kreisen entweder ignorirt oder — ausgelacht werden. Nicht so

*) Diejenigen Leser, denen vielleicht diese endliche Aufklärung der Kartoffelkrankheit noch unbekannt sein sollte, verweise ich auf die ausgezeichnete und populär geschriebene Abhandlung des Professors De Bary zu Freiburg in B., betitelt: Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit, ihre Ursache und ihre Verhütung. Leipzig 1861.

in der Forst- und setzen wir hinzu, auch in der Landwirthschaft. In diesen beiden Gebieten der angewandten Naturwissenschaft wird auf die empirische Methode noch viel zu viel Werth gelegt und die inductive noch viel zu wenig beachtet. Ganz besonders scheint mir dies in der Forstwirthschaft bei Beurtheilung der Naturerscheinungen und namentlich derjenigen Erscheinungen, welche das so vielgestaltige Pflanzenleben darbietet, der Fall zu sein und deshalb halte ich den Vorwurf, den ich in der Vorrede der Forstwirthschaft gemacht habe, dass dieselbe nämlich nicht Schritt gehalten habe mit der Entwickelung der Naturwissenschaft, für einen vollkommen begründeten und berechtigten. Ich wiederhole nochmals, das muss anders werden, die Forstwirthschaft muss sich der inductiven Forschungsmethode mehr befleissigen, als dies bisher der Fall gewesen ist — und zwar auf allen Gebieten —, will sie anders fernerhin eine wissenschaftliche bleiben.

Nach diesen Erörterungen, die ich zur Würdigung der inductiven Methode für nothwendig erachtete, will ich mich nunmehr bemühen, den Weg darzulegen, welcher bei der Erforschung aller jener Krankheiten der Holzgewächse, die noch völlig unaufgeklärt dastehen, eingeschlagen werden muss, um deren Ursachen zu ergründen. Ich sehe demnach selbstverständlich von allen denjenigen Krankheiten ab, welche durch mechanische Verletzungen (z. B. Insectenfrass) oder durch andere bekannte schädliche Einwirkungen (z. B. Frost, Hitze, Sonnenbrand, Hüttenrauch, Staub, Steinkohlenruss) hervorgebracht werden und beschränke mich bloss auf die sogenannten „inneren“, d. h. auf unbekannten Ursachen beruhenden Krankheiten. Diese lassen sich empirisch in Wurzel-, Stamm- und Blattkrankheiten eintheilen, je nachdem diese Theile als der eigentliche Sitz der Krankheit erscheinen, oder die verderbliche Wirkung derselben von diesen Theilen ausgeht. Nach dieser empirischen Verschiedenheit der Krankheit wird auch die inductive Methode der Untersuchung eine wesentlich verschiedene sein, denn bei Wurzelkrankheiten wird man zunächst die kranken Wurzeln, bei Stamm- und Astkrankheiten zunächst die ergriffenen Theile des Stammes oder der Aeste, bei Blattkrankheiten zunächst die krank erscheinenden Blattorgane einer eingehenden anatomisch-mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchung zu unterwerfen haben. Vom ersten Anfange an muss aber diese Untersuchung eine comparative und eine methodische sein, d. h. man muss gleichzeitig die kranken und noch vollkommen gesunden Theile und letztere zwar sowohl von dem erkrankten Gewächs, als von andern vollkommen gesunden Exemplaren derselben Species genau in derselben Weise und Reihenfolge untersuchen. Nur so ist es möglich, zu einem sichern, wohlbegründeten

Resultate zu gelangen, welches man als Basis für die weiteren Operationen der Forschung benutzen kann.

1. Wurzel- und Stammkrankheiten. Bei der grossen Aehnlichkeit, welche bezüglich der anatomischen Structur zwischen Wurzel und Stamm der Laub- und Nadelhölzer stattfindet, können wir die Krankheiten dieser beiden Baumtheile hier zusammenfassen. Hat man es mit kranken Keimpflanzen oder jungen Stämmchen (beziehentlich Zweigen) und Wurzeln, die 1 Linie oder 3 Millimeter Stärke besitzen, zu thun, so wird man sich auf die Anfertigung zarter (vollkommen durchsichtiger), an verschiedenen Stellen entnommener Querschnitte und ebenso zarter Längsschnitte, welche so geführt sein müssen, dass sie die Markröhre der Länge nach blosslegen, beschränken können. Man kann an einem solchen Schnitt unter dem Mikroskop bei Anwendung einer schwächeren (1—200fachen Linear-) Vergrösserung mit einem Blick Rinde, Holz und Mark übersehen und leicht bemerken, ob und in welchem von diesen drei Hauptgewebtheilen eine Zerstörung oder abnorme Veränderung stattgefunden hat. Damit aber eine solche etwaige Veränderung augenfällig werde, ist es nothwendig, bevor man das kranke Stämmchen oder Würzelchen untersucht, ein gesundes Stämmchen oder Würzelchen derselben Pflanzenart auf die angegebene Weise sorgfältig zu untersuchen, denn nur dann, wenn man die anatomischen Verhältnisse der gesunden, normalen Pflanze kennt, wird es möglich sein, Abweichungen oder Störungen im Gewebe der kranken Pflanze wahrzunehmen. Dass dies auch von der Untersuchung jedes andern Pflanzentheils gilt, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Ausser solchen zarten Quer- und Längsschnitten muss man bei dünnen Wurzeln auch die äussersten Spitzen und die mit den Wurzelhaaren bedeckte Oberhaut mikroskopisch prüfen, um etwaige mit blossem Auge und auch mit der Loupe nicht sichtbare Verletzungen oder auf der Oberhaut befindliche mikroskopische Pilze u. dgl. wahrnehmen zu können. Hinsichtlich der Verletzungen hat man sich aber wohl zu hüten, dass man nicht beim Herausnehmen der Pflanze durch Abreissen der Wurzelspitzen verletzte Wurzeln für im Boden angefressene oder verweste Wurzeln hält. In gleicher Weise ist die Oberfläche der Stämmchen zu untersuchen. Um sich zu überzeugen, ob an der Aussenfläche des Stämmchens etwa mikroskopische Pilze oder Thiere (z. B. Milben) haften, muss man die Stämmchen entweder mit auffallendem Licht prüfen oder dünne Rindenscheibchen, welche das Licht durchscheinen lassen, von der Stammoberfläche abschneiden. An den Stengeln von Keimpflanzen muss man die Oberhaut abzuziehen suchen.

Bei stärkeren und starken Wurzeln, Stämmen oder Aesten muss Rinde, Holzkörper und Mark besonders untersucht werden. Die Untersuchung der

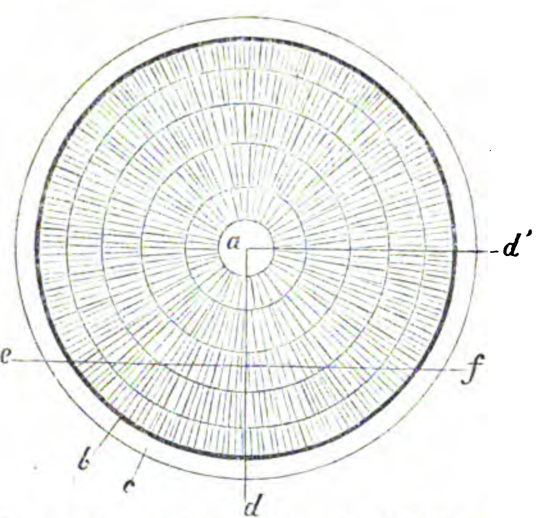


Fig. 1. Schematische Darstellung eines 5jährigen Nadelholzstammes im Querschnitt. a Mark, b Cambiumring, c Rinde, ad und ad' Radialschnitte, ef Tangentialschnitt.

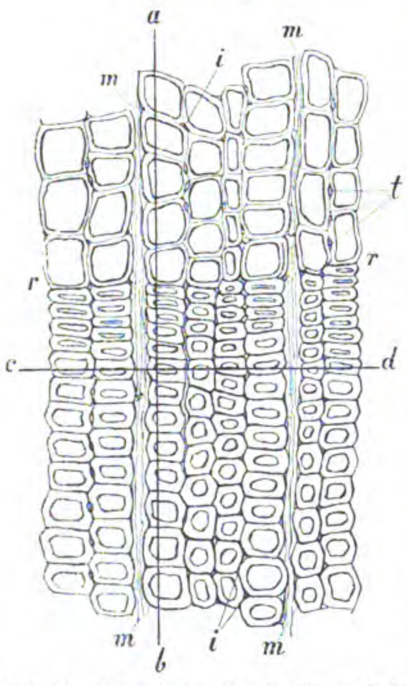


Fig. 2. Querschnitt durch Tannenholz, 200 Mal im Durchmesser vergrössert. m Markstrahlen, i Intercellulargänge, t Tüpfelräume, r Grenze zweier Jahrringe, a b Radialschnitt, c d Tangentialschnitt.

Rinde, namentlich von deren Bastschicht (dem wichtigsten Theile!), bietet bei den meisten Holzgewächsen nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten dar, und wird man deshalb kaum anders sich einen klaren Einblick in den überaus verschiedenen Bau der Rinde zu verschaffen vermögen, als indem man das Rindengewebe durch Maceration (s. S. 13) in einzelne Zellen zerlegt und diese hierauf mikroskopisch und mikrochemisch prüft. Viel leichter und bequemer ist die Untersuchung des Holzkörpers. Dieselbe muss aber stets nach drei Richtungen erfolgen: der Quere nach oder in horizontaler Richtung, der Länge nach in verticaler und zwar sowohl radialer als tangentialer Richtung (s. Fig. 1.). Durch den Querschnitt, welcher die Grenzen des jährlichen Holzzuwachses als concentrische Kreise oder Cycloiden erscheinen lässt, werden die in normal gewachsenen Stämmen und Wurzeln stets senkrecht stehenden Holzzellen und (bei Laubhölzern) Gefässe quer, dagegen die stets in radialer Richtung gestreckten Markstrahlzellen, welche deshalb die Holzzellen und Gefässe unter rechtem Winkel schneiden, ihrer Länge nach zerschnitten. Man kann an einem solchen Querschnitt mit einem Blicke sehen, ob die Seitenwandungen der Zellen und Gefässe gleichdick oder ungleichdick sind, welche Form die Zellen besitzen (ob eine rundliche, vier-, fünf- u. s. w. eckige), ob die Zellenwände

sehr oder schwach verdickt (die Zellen dick- oder dünnwandig), ob zwischen den Zellen Intercellulargänge oder gar Tüpfelräume vorhanden oder nicht vorhanden sind (s. Fig. 2). Auch zeigt uns ein solcher Schnitt, ob die Zellenwände eine normale Beschaffenheit besitzen, oder nicht, namentlich ob sie durchbrochen, abnorm verdünnt oder verdickt sind. Es ist hierbei zu bemerken, dass bei allen Nadelhölzern (auch bei vielen Laubhölzern, z. B. bei Eschen und Eichen) die zuletzt gebildeten Holzzellen eines jeden Jahrringes in radialer Richtung zusammengedrückt und dickwandiger als die vorhergehenden sind (Fig. 2). Der Radial-Längsschnitt legt die Holzzellen und Gefässe ihrer ganzen Länge nach bloss und durchschneidet die Markstrahlen senkrecht ihrer Länge nach. In einem solchen Schnitte kann man deshalb den Bau der Markstrahlen und der Gestaltung der einzelnen sie bildenden Zellen am besten sehen (Fig. 3).

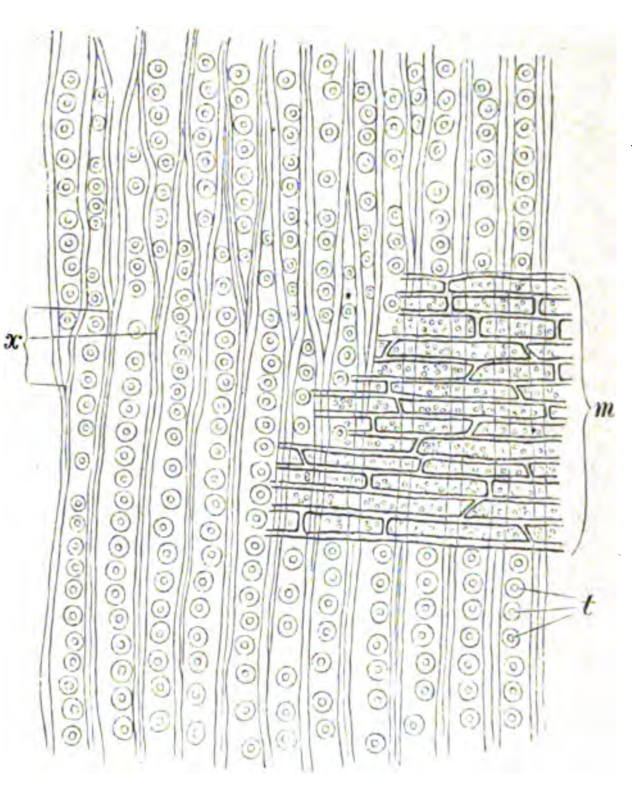


Fig. 3. Radialschnitt durch Tannenholz, 200 Mal im Durchmesser vergrössert. m Markstrahl, t Tüpfel, x Enden der prosenchymatischen in einander geschobenen Holzzellen.

Der Tangentialschnitt entblösst die Holzzellen und Gefässe ebenfalls ihrer ganzen Länge nach und durchschneidet die Markstrahlen senkrecht der Quere nach (Fig. 4). In beiderlei Längsschnitten erscheinen die dem (in's Mikroskop sehenden) Auge zugekehrten Zellenwandungen mehr oder weniger durchsichtig, oft wasserhell, während die en profil gesehenen, die Zellenräume begrenzenden Wandungen als mehr oder weniger breite und oft gefärbte Streifen sich darstellen (Fig. 4, 5). Die in der Zellwand etwa vorhandenen von dem Innenraum der Zelle aus in die Masse der Zellwand sich hinein erstreckenden Kanäle (Tüpfel- oder Porenkanäle) oder verdünnten Stellen, durch welche der Säfte-

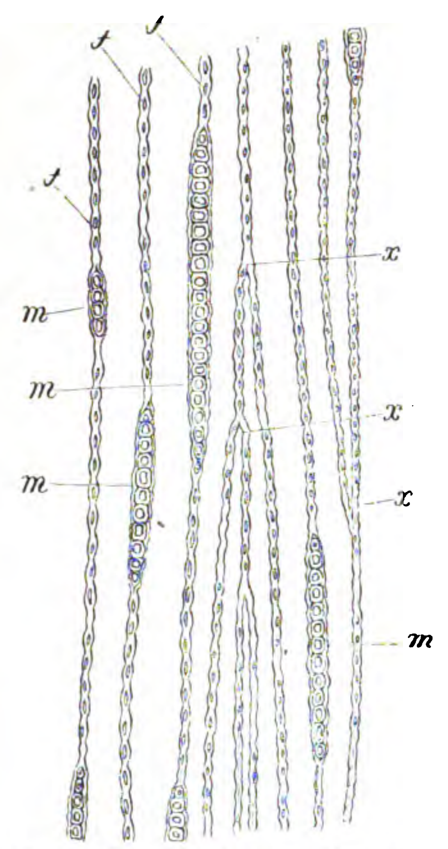


Fig. 4. Tangentialschnitt von Tannenholz, 200 Mal im Durchmesser vergrössert. m Markstrassen, t Tüpfelräume, x Enden der prosenchymatischen Holzquellen.

austausch zwischen benachbarten Zellen ermöglicht wird, erscheinen in den dem Auge mit ihrer ganzen Fläche zugekehrten Wandungen als rundliche Löcher oder quer oder schief gestellte Spalten, bei den Holzzellen der Coniferen stets als zwei bis drei concentrisch sich umschliessende Kreise (von „Höfen umgebene Tüpfel“, Fig. 3, t), weil sich hier stets zwischen zwei einander zugekehrten Tüpfelkanälen oder verdünnten Stellen zweier an einander liegenden Zellwände ein linsenförmiger Raum befindet, wie auf dem Tangentialschnitt und auch oft auf dem Querschnitt ersichtlich ist (Fig. 2, t, 4, t). Bei den Nadelhölzern sind dergleichen Tüpfel und Tüpfelräume nur an und zwischen den mit den Markstrahlen parallelen Zellenwänden und die von Höfen umgebenen Tüpfel deshalb nur auf einem Radialschnitt zu sehen. Dergleichen von Höfen umgebene Tüpfel (und demgemäss Tüpfelräume) kommen auch im Holzgewebe vieler Laubhölzer vor (z. B. der Eichen), namentlich an den Wandungen der Gefässe (s. Taf. IV. Fig. 39). Die Markstrahlzellen haben meist stark verdickte Wandungen und tief einspringende Tüpfelkanäle, wie auf dem Radialschnitt zu sehen ist (s. Taf. IV. Fig. 40). Radial- und Tangentialschnitte belehren uns folglich vollständig über die Structur der Wandungen sämmtlicher im Holzgewebe vorkommenden Zellenformen, desgleichen über den Inhalt der Zellen und Gefässe. Zerstörungen der Zellwand, fremdartige Körper zwischen oder im Innern der Zellen und Gefässe (z. B. Pilzfäden) sind nur in Radial- und Tangentialschnitten sicher zu erkennen und nachzuweisen. So schliessen uns diese drei Schnitte den kunstvollen und oft äusserst complicirten Bau des Holzes vollständig auf und desshalb muss man sich durchaus daran gewöhnen, bei anatomischen Untersuchungen des Holzes dasselbe consequent nach den angegebenen drei Richtungen zu durchschneiden.

Bei der anatomischen Untersuchung des Marks werden in der Regel Querschnitte und Längsschnitte in einer (beliebigen) Richtung genügen. Die Zellen des Marks verholzen bei Laub- und Nadelbäumen meist schnell und besitzen dann ähnlich gestaltete Wandungen wie die Markstrahlzellen.

Die Krankheiten der Wurzeln, Stämme, Aeste und Zweige erscheinen dem unbewaffneten Auge in der verschiedenartigsten Weise. Die Rinde ist bald zusammengeschrumpft, wie vertrocknet, bald aufgetrieben wohl auch zugleich aufgeborsten und gleichsam zerfressen (z. B. bei dem sogenannten Baumkrebs), meist anders gefärbt, als im gesunden Zustande, bei Nadelhölzern findet an ihr, desgleichen an den Wurzeln, wohl auch ein abnormer Harz-, bei Laubhölzern ein wässriger oder schleimiger Säfteausfluss (bei der sogenannten Wassersucht) statt. Das Holz zeigt sich abnorm gefärbt (heller oder dunkler), wohl auch morsch, oder verstockt*), oder faul, oder kernschälig (oft kommt Beides gleichzeitig vor), u. s. w.; nicht selten finden sich in demselben Schwammbildungen. Nur eine sorgfältige und zwar vielmals wiederholte anatomisch-mikroskopische Untersuchung in der vorstehend erörterten Weise kann den eigentlichen Sitz der Krankheit und die Art der durch sie bewirkten Veränderungen im Gewebe der betreffenden Baumtheile erkennen lassen; nach der blossen auch mit Zuhülfenahme einer guten Loupe gemachten Besichtigung des erkrankten Baumtheiles die Krankheit beurtheilen und Schlüsse auf deren Ursache machen zu wollen ist ebenso vermessen als unwissenschaftlich. Ja in den meisten Fällen wird sogar die einfache anatomisch-mikroskopische Untersuchung, auch eine mit grösster Sorgfalt und Objectivität ausgeführte comparative, noch nicht zum Ziele führen, sondern man wird die mikrochemische zu Hülfe nehmen müssen (s. unten).

*) Mit welcher Oberflächlichkeit sowohl von Laien als Forstleuten gewisse Naturerscheinungen beurtheilt werden, dafür bietet das „verstockte“ Holz einen sprechenden Beweis. Jedermann redet vom Verstocken des Holzes an der Luft und in der Rinde, vom „Ersticken im Safte“ u. s. w.; fragt man aber, welche Veränderungen denn eigentlich das Holz beim Verstocken erlitten habe, so weiss Niemand eine Antwort darauf zu geben. Dass verstocktes Holz leichter und weniger fest ist als nicht verstocktes, kann jedes Kind sehen, dazu bedarf es weder einer Untersuchung noch besonderer Kenntnisse. Dagegen wird man über die Ursache der Verstockung und über die Veränderungen, welche das Gewebe des Holzes erlitten hat, in forstlichen Schriften vergeblich eine Belehrung suchen. — Eine vorläufige, oberflächliche mikroskopische Untersuchung von an der Luft und in der Rinde verstocktem Birkenholz hat mich belehrt, dass das Gewebe solchen Holzes von einem üppig wuchernden Fadenpilz durchzogen ist. Ich gedenke in einem späteren Hefte dieser Blätter darüber genauere Mittheilungen machen zu können. Sehr interessante Aufschlüsse über die an der Luft vor sich gehenden Zerstörungen verarbeiteten Holzes hat in neuester Zeit Dr. Julius Wiessner, Docent am k. k. polytechnischen Institut zu Wien gegeben. (Vergl. dessen Aufsatz: „über die Zerstörung der Hölzer an der Atmosphäre“ im 49. Bande der Jahresberichte der kais. Akademie der Wissenschaften, 1864.)

2. Krankheiten der Blattorgane. Ich rechne zu denselben auch die Krankheiten der Cotyledonen, Knospen, Blüthen und Früchte. Eine forstliche Bedeutung werden wohl nur die Blatt- und Knospenkrankheiten haben, denn Krankheiten der Blüthen und der aus solchen sich entwickelnden Früchte können höchstens einen empfindlichen Ausfall in der Samen-(Früchte-)ernte herbeiführen, nicht aber das Leben der Bäume gefährden. Die Krankheiten der Blätter äussern sich in sehr verschiedener Weise. Bald fallen die Blätter ab, ohne eine wesentliche Veränderung dem unbewaffneten Auge erkennen zu lassen, bald färben sie sich vorher gelblich oder bräunlich. Oder sie fallen nicht ab, bekommen aber missfarbene Flecke und vertrocknen oder verwesen von diesen Stellen aus. Auch kommt es vor, dass die Blätter zusammenschrumpfen oder ganz missgestaltet werden. Ebenso verfärben sich bisweilen die Knospen oder werden von der Spitze aus trocken, oder bekommen Faulflecke und fallen schiesslich ab, ohne auszutreiben. Auch hier vermag nur eine sorgfältige mikroskopische und mikrochemische Untersuchung Aufschluss über den wahren Sitz und das Wesen der Krankheit zu geben. Oft wird es vorkommen, dass blattkranke Bäume zugleich im Stamme oder den Wurzeln krank sind, umgekehrt bei stamm- und wurzelkranken Bäumen auch die Blätter zu leiden beginnen. Wenn z. B. der Sitz der Blattkrankheit sich in dem assimilirenden Parenchym der Blätter befindet, so wird sich die Krankheit sehr leicht in die Rinde der Zweige und Aeste verbreiten, da jenes Gewebe mit dem innern Rindenparenchym (der sogenannten Grünschicht) im Zusammenhange steht. Das Gewebe der Blätter ist nämlich aus wesentlich drei Theilen zusammengesetzt: aus der Oberhaut, dem inneren (in flächenförmigen Blättern zwischen der Oberhaut der obern und untern Seite befindlichen) Zellgewebe (Blattparenchym oder Diachym) und den in diesem Zellgewebe liegenden und bei allen Laubhölzern sich vielfach verzweigenden Gefässbündeln, die dem blossen Auge als Blattrippen und Adern erscheinen, bei massigen Blättern jedoch (z. B. bei den Nadeln) äusserlich nicht sichtbar sind. Die Nadeln der Coniferen besitzen übrigens immer nur ein einziges, centrales, unverzweigtes Gefässbündel. Die Untersuchung kranker Blätter wird sich folglich stets auf diese drei Gewebtheile zu erstrecken haben. Um zunächst einen Gesammtüberblick zu bekommen, macht man auf die Blattfläche senkrechte Querschnitte durch das Blatt, welche bei blos stellenweiser Erkrankung desselben sich durch einen solchen kranken Fleck mit erstrecken müssen. Bei Nadeln und fleischigen oder lederigen Blättern sind Querschnitte ziemlich leicht herzustellen, dagegen bei sehr dünnen, häutigen Blättern — und solche besitzt die Mehrzahl unserer Laubhölzer — nur sehr schwer. Die Oberhaut untersucht man für sich allein, indem man sie abzieht.

Dies gelingt aber nicht immer, ja bei den Nadeln geht es gar nicht an, indem hier die sehr dickwandigen Oberhautzellen mit den darunter liegenden Zellen des Diachyms innig verwachsen sind. Hier muss man sich möglichst zarte Abschnitte von den Flächen der Nadeln zu verschaffen suchen. Sind die Blätter gestielt, so müssen auch die Stiele auf Quer- und Längsschnitten untersucht werden. Verwelkte oder vertrocknete Nadeln und Blätter setzen wegen der zusammengefallenen Zellen der mikroskopischen Untersuchung grosse Schwierigkeiten entgegen. Oft bleibt nur die Trennung der Zellen durch Maceration übrig und auch diese gelingt nicht immer. Vor der Zergliederung des Blattes kann man dessen Oberfläche auch mit auffallendem Licht prüfen.

Bei kranken Knospen muss man zunächst zarte Quer- und Längsschnitte durch die ganze Knospe machen und sodann die Blattorgane von der Knospenaxe ablösen, um dieselben für sich einer genaueren Prüfung unterwerfen zu können. Auch ist die Ansatzstelle der Knospe (das Knospenkissen) auf Quer- und Längsschnitten sorgfältig zu untersuchen.

Behandlung der Präparate. Mikrochemische Prüfung. Maceration der Zellen. Die gefertigten Schnitte werden zunächst in Wasser liegend mit dem Mikroskop betrachtet, wobei man zuerst eine schwächere Vergrösserung anwendet, um das ganze Präparat übersehen zu können, und hierauf diejenigen Theile desselben, welche eine genauere Untersuchung erheischen, mit stärkeren Vergrösserungen prüft. Enthalten die Schnitte Terpentin oder Harz, wie z. B. Schnitte von Zweigen und Nadeln der Coniferen, so trübt sich häufig das Wasser. Dann ist es nothwendig, den Schnitt zuvor in Alkohol zu legen, um das Harz aufzulösen. Dabei darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass in jugendlichen Zellgeweben der Alkohol (desgleichen Jodlösung) eine Loslösung und Zusammenziehung der innersten Zellwandschicht (des sogenannten „Primordialschlauches"), also eine Gestaltveränderung der Zellen bewirkt. Von besonderer Wichtigkeit ist es, zu wissen, aus was für Stoffen die Zellenwand und der etwaige Inhalt der Zellen besteht, sowohl in dem gesunden als in dem erkrankten Gewebe. Dies kann nur auf mikrochemischem Wege erforscht werden, d. h. dadurch, dass man die gefertigten Präparate mit chemischen Reagentien behandelt, welche erfahrungsmässig die zellwandconstituirenden Stoffe, sowie den körnigen oder flüssigen Zelleninhalt in bestimmter Weise färben. Denn mit Ausnahme der grün oder gelbgrün gefärbten Chlorophyllkörner und einiger Pigmentstoffe ist der Inhalt der Zellen farblos. Desgleichen erscheinen die Zellenwände, wenigstens gesunder Zellen, meist farblos. Nur in gefärbten Hölzern besitzen die Zellenwände eine bestimmte Färbung. Besteht nun die Zellenwand in der

Hauptsache aus reiner Cellulose, so wird sie sich bei Behandlung mit Chlorzinkjodlösung bald schnell, bald erst nach längerer Einwirkung blau bis purpurblau färben; ist sie dagegen verholzt oder verkorkt, so tritt diese Färbung nicht ein. Durch Behandlung mit Aetzkali kann man indessen den Holzstoff entfernen und dann wird die Zellenwand durch Chlorzinkjodlösung ebenfalls blau oder purpurblau gefärbt. Durch das Ausziehen (Auflösen) des Holzstoffes wird aber die Zellenwand stets dünner. Auch darf nicht unerwähnt gelassen werden, dass überhaupt in durch Chlorzinkjod gefärbten Geweben die dem Auge mit ihrer Fläche zugekehrten Zellenwände viel schwächer gefärbt sind, als die en profil gesehenen, sowie dass letztere bei Nadelhölzern gelb bis rothbraun gefärbt erscheinen, während die von der Fläche gesehenen eine purpurblaue Farbe zeigen. In kranken Zellgeweben sind die Zellenwände oft lebhaft gelb, braun, rothbraun oder schwärzlich gefärbt. Diese Färbungen rühren offenbar von chemischen Veränderungen her. Vermag in einem solchen Falle die mikrochemische Prüfung die Ursache nicht zu ermitteln, so muss zu einer quantitativen chemischen Analyse geschritten, also ein Chemiker zu Hülfe gezogen werden. Zur Prüfung des Zelleninhalts bedient man sich verschiedener Reagentien. Am leichtesten und sichersten ist die Prüfung auf Stärkemehl, indem man da blos ein Tröpfchen Jodlösung zuzufügen braucht. Fast augenblicklich färben sich die Stärkemehlkörnchen blau oder purpurblau, während aller übrige Zelleninhalt sammt den Zellenwänden entweder ungefärbt bleibt oder sich anders färbt. Chlorzinkjodlösung färbt das Stärkemehl ebenfalls blau, aber, wie schon bemerkt, gleichzeitig auch die Zellenwände, so weit diese aus Cellulose bestehen. Enthalten die Zellen Gerbstoff, so wird sich in ihnen bei Behandlung mit einer Lösung von Eisenchlorid oder essigsaurem Eisenoxyd ein schwarzblauer bis schwarzer Niederschlag bilden; besteht ihr Inhalt ganz oder theilweise aus aufgelösten oder körnigen Proteinstoffen (z. B. Klebermehl), so wird derselbe durch Jod und Schwefelsäure goldgelb, durch salpetersaures Quecksilberoxyd ziegelroth gefärbt (oft erst nach stundenlanger Einwirkung). Kommt in protein- oder stickstoffhaltigen Zellen zugleich Zucker vor, so wird bei Hinzufügung verdünnter Schwefelsäure eine rosenrothe Färbung eintreten. Es ist folglich möglich, unter dem Mikroskop durch vorsichtige Anwendung chemischer Reagentien sowohl die Beschaffenheit der Zellenwand und des Zelleninhalts, als auch etwaige Veränderungen der ersteren wie des letzteren nachzuweisen. Näher auf diese mikrochemischen Untersuchungen einzugehen, gestattet weder der Raum noch der Zweck dieser Blätter. — In vielen Fällen ist es unerlässlich, die Zellen eines gesunden oder kranken Gewebes zu isoliren, um sich genau von deren Gestaltung, Beschaffenheit und Inhalt zu

überzeugen. Die Zerlegung eines Gewebes in seine einzelnen Zellen geschieht durch Auflösung der die Zellen verkittenden Intercellularsubstanz. Ohne Zuthun des Menschen kann eine solche Auflösung der Intercellularsubstanz durch Frost (z. B. in Aepfeln, Birnen und andern saftigen Früchten, deren Gewebe aus sehr locker verbundenen Zellen besteht) und Fäulniss herbeigeführt werden. So sind in vollkommen faulem Holze die Zellen häufig isolirt, oder ist wenigstens das Holz in einzelne isolirte Gruppen oder Bündel von Zellen zerlegt. Künstlich kann aber eine solche Maceration des Zellgewebes dadurch bewirkt werden, dass man dasselbe in einem Gemische von chlorsaurem Kali und Salpetersäure kocht und hierauf noch in Alkohol oder Wasser auskocht. Es zerfällt dann das Gewebe entweder von selbst in seine einzelnen Zellen oder lässt sich wenigstens unter der Präparirloupe oder dem einfachen Mikroskop mittelst zweier feinspitziger Präparirnadeln unschwer in einzelne Zellen zerlegen, wozu freilich, wie überhaupt zur Anfertigung mikroskopischer Präparate, eine gewisse (durch anhaltende Uebung zu erwerbende) Geschicklichkeit und — Geduld gehört. Die isolirten Zellen werden hierauf besonders betrachtet und mikrochemisch auf Cellulose, Gerbstoff, Stärkemehl u. s. w. geprüft.*)

Hand in Hand mit solchen mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchungen sollten von rechtswegen stets physiologische und andere Versuche gehen, um die Resultate der mikroskopischen Forschung zu prüfen und deren Richtigkeit oder Unhaltbarkeit zu beweisen. Wäre z. B. durch das Mikroskop nachgewiesen worden, dass die Ursache des Kränkelns oder Eingehens einer Pflanze, eines Baumes oder ganzer Bestände ein in den Wurzeln vor sich gehender Zersetzungsprocess (Wurzelfäule, Wurzelbrand) sei, und suchte man die Erklärung dieses Uebels in stagnirender Bodennässe; so sollte man nicht allein für die Entwässerung und Verbesserung des betreffenden Bodens Sorge tragen, sondern auch den Versuch machen, ob gesunde, kräftig vegetirende Pflanzen von anders woher in solchem Boden an demselben Uebel erkranken oder nicht. Die mikroskopisch-mikrochemische Forschung im Verein mit physiologischen und agriculturchemischen Versuchen ist der einzige Weg, auf welchem wir zur wahren Erkenntniss der Pflanzenkrankheiten gelangen und rationelle Mittel zu deren Begegnung finden können. Jede andere Methode ist unwissenschaftlich und eben deshalb auch — unpraktisch! —

*) Wer sich über die verschiedenen beim Mikroskopiren nothwendigen Manipulationen, die Anwendung der Reagentien u. s. w. genau unterrichten will, dem sei das Buch von Schacht, betitelt „das Mikroskop“ (Zweite Aufl. Berlin, 1855) empfohlen. Leider fehlt es zur Zeit noch an einer kritischen Zusammenstellung der neueren mikrochemischen Methoden.

II.

Die mikroskopischen Schmarotzer der Holzgewächse.

Nicht nur die mit blossem Auge sichtbaren Schmarotzerinsekten, welche sich vom Saft lebender Pflanzen ernähren (die Blatt-, Rinden- und Schildläuse u. a.), nicht nur die ihre Wurzeln in den Holzkörper hineinbohrende Mistel (Viscum album) beeinträchtigen das Wohl und Gedeihen der Holzpflanzen; viel verderblicher werden denselben die mikroskopischen Schmarotzer. Von diesen gehören die meisten und gefährlichsten jedenfalls der Klasse der Pilze, insbesondere den Brand- (Staub-) und Schimmel- (Faden-) Pilzen an, die Minderzahl dem Thierreich (z. B. Milben). Es giebt wahrscheinlich nur sehr wenige sogenannte Pflanzenkrankheiten, bei welchen dergleichen Parasiten nicht thätig sind, für mehrere der verheerendsten Krankheiten (z. B. Kartoffel- und Traubenkrankheit) ist es neuerdings ja nachgewiesen worden, dass mikroskopische Schmarotzer und zwar Pilze dieselben verursachen, dass diese Schmarotzer gesunde Pflanzen krank zu machen und gänzlich zu verderben im Stande sind. Da nun mikroskopische Pilze eine so hervorragende Rolle bei den Pflanzenkrankheiten spielen und wir es in der Folge mit dergleichen vorzugsweise zu thun haben werden, so dürften einige Bemerkungen über Entstehung, Wachsthum und Fortpflanzung der Pilze überhaupt zum Verständniss der nachfolgenden Abhandlungen hier am Platze sein.

Entwickelungsgeschichte der Pilze. Die Frage, ob die Pilze nur aus Fortpflanzungsorganen (Sporen, Keimkörnern) bereits vorhandener Pilze oder auch durch Urzeugung entstehen können, wollen wir hier nicht erörtern, sondern nur bemerken, dass vom gegenwärtigen Standpunkte der Naturforschung aus eine Urzeugung selbst für die allerniedrigsten Pilze nicht zugestanden werden kann, indem selbst bezüglich der sogenannten Gährungspilze, der einfachsten bekannten organischen Gebilde, durch die neuesten Forschungen nachgewiesen worden ist, dass dieselben nur aus Sporen und niemals durch Urzeugung entstehen. Die Pilzsporen sind sehr verschieden organisirt. Bei den meisten Pilzen sind sie einzellig und bald mit einfacher bald mit einer doppelten Hülle versehen, bei andern aus mehreren dann meist aneinander gereihten Zellen zusammengesetzt (septirte Sporen, Sporidien, Sporidesmen). Bei der sogenannten Keimung entwickelt sich nun aus der Spore durch einfache Ausdehnung derselben in einem Schlauch und durch dessen wiederholte Theilungen oder

Verzweigungen das Mycelium, welches bald als schleimig flockiges undeutlich fädiges Gebilde, bald als ein aus deutlichen verzweigten ungegliederten fadenförmigen Schläuchen (Schlauch- oder Fadenzellen) oder aus gegliederten (septirten) Fäden (Zellenreihen) zusammengesetztes Geflecht von unbestimmter oder bestimmter Form erscheint und als die eigentliche Grundlage jedes Pilzes betrachtet wird. Die einzelligen Sporen treiben immer blos einen Keimschlauch durch einfache Ausdehnung ihrer innern Membran, die mehrzelligen dagegen so viel Keimschläuche, als wie Zellen vorhanden sind. Aus dem durch weitere Entwickelung solcher Keimschläuche entstandenem Mycelium gehen die Sporen oder die Sporen erzeugenden Organe in sehr verschiedener Weise hervor. Bei den Haplomyceten (Staub- und Fadenpilzen), mit denen wir es in der Folge vorzugsweise zu thun haben werden, entstehen die Sporen unmittelbar aus dem Mycelium, indem sie sich bald durch unmittelbare Theilung eines homogenen Schleimes (des Myceliums, bei den Myxomyceten, Schleimpilzen), bald am Ende aller oder nur bestimmter Zweige eines fädigen Myceliums durch Tochterzellenbildung in deren Innern oder durch Abschnürung entwickeln. In letzterem Falle sind die Sporen oft perlschnurförmig an einander gereiht und lösen sich erst bei vollkommener Reife von einander (fallen ab). So bei vielen Faden- oder Schimmelpilzen; bei den Brandpilzen dagegen erscheinen zahllosse Sporen meist in einem Haufen von bestimmter Form gruppirt, welcher unmittelbar aus dem feinfädigen Mycelium hervorgegangen ist. Bei manchen Fadenpilzen entwickeln sich endlich Sporenfrüchte oder Sporangien, d. h. bestimmt geformte Behälter, in welchen die Sporen eingeschlossen sind und welche sich zuletzt in bestimmter Weise öffnen, um die Sporen zu entlassen. Ein solches Sporangium besteht oft (z. B. beim Mehlthauschimmel, *Erysibe*) nur aus einer einzigen grossen Zelle, welche von Myceliumfäden überwachsen und dadurch mit einer vielzelligen Hülle umgeben worden ist. Als Sporangien müssen auch die sich abschnürenden Sporen einiger Fadenpilze betrachtet werden, welche nicht unmittelbar keimen, sondern in ihrem Innern Schwärmsporen erzeugen. So nennt man mit einfacher contractiler Membran versehene Keim- oder Fortpflanzungszellen, welche im Wasser eine eigenthümliche scheinbar willkürliche Bewegung zeigen, gewöhnlich mit besondern Bewegungsorganen (Wimpern) begabt sind und daher fast wie Infusorien aussehen. Man hat diese seltsamen besonders bei den Algen häufig vorkommenden Organe auch Thiersporen (Zoosporen) genannt. Dieselben setzen sich, nachdem sie sich eine bestimmte Zeit bewegt haben, fest und treiben dann gewöhnlich durch unmittelbare Ausdehnung Keimschläuche, aus denen (bei Pilzen) ebenfalls ein Mycelium hervorgeht. Bei den höheren Pilzen wächst aus dem Mycelium ein Sporenträger

hervor, d. h. ein aus verschlungenen oder verfilzten Schlauchzellen bestehender Körper von bestimmter Form, welcher entweder an seiner Oberfläche oder im Innern die Sporen oder Sporangien entwickelt. So ist der meist gestielte Hut der vollkommensten Pilze, der Hymenomyceten oder Hutpilze, zu denen z. B. der Champignon (*Agaricus campestris*) und Steinpilz (*Boletus edulis*) gehören, nichts anderes als ein aus dem unter dem Boden verborgenen, hier wurzelartig verzweigten Mycelium hervorgewachsener Sporenträger, denn an der untern Fläche des Huts stehen an den hier befindlichen Blättern (bei *Agaricus*) oder Röhrchen (bei *Boletus*) die Sporen auf kurzen Stielchen (Basidien), von denen sie später abfallen. Der ganze sporenerzeugende Apparat wird bei diesen Pilzen das Hymenium genannt. Bei den Kernpilzen (Pyrenomyceten), Scheibenpilzen (Discomyceten) und Bauchpilzen (Gasteromyceten) erzeugt der Sporenträger die Sporen in seinem Innern. Und zwar sind bei ersteren die Sporen (meist zu 8 in einer Reihe) in schlauchförmigen sich zuletzt an der Spitze öffnenden Sporangien (Sporenschläuchen) eingeschlossen, welche bald eine hymeniumähnliche Schicht an der Aussenfläche des dann soliden Sporenträgers bilden, bald einen hohlen Sporenträger von meist keulen- oder kugelförmiger Gestalt (Perithecium) auskleiden. Der gewöhnlich kuglige, zuletzt in irgend einer Weise sich öffnende Sporenträger der Bauchpilze, Peridium genannt, bildet in seinem Innern die Enden bestimmter Schlauchzellen zu blasigen Sporangien aus, welche sich später abschnüren und nach der vollkommenen Ausbildung der darin zur Entwickelung gelangenden Sporen zu einem Schleim zerfliessen. Allmälig vertrocknet das Innere, worauf die Sporen als ein loses feines Pulver von dunkelbrauner oder schwarzer Farbe erscheinen, welches zuletzt aus dem aufplatzenden Peridium entweicht.

Neben den eigentlichen, mit der Fortpflanzung betrauten Sporen kommt bei manchen Pilzen, namentlich Faden- und Scheibenpilzen, noch eine zweite unvollkommene Art von Sporen vor, welche nicht keimen, und von einigen Forschern als männliche Organe betrachtet werden. Sie erscheinen meist als sehr kleine stabförmige Körperchen (Stylosporen), welche von Basidien getragen werden und winzig kleine Körnchen (Spermatien) enthalten, und zeigen bisweilen, wenn sie in's Wasser gebracht werden, eine eigenthümliche Bewegung. Sie bilden sich in besondern Behältern, welche ebenfalls aus dem Mycelium hervorwachsen. Tulasne nennt einen ganzen solchen Apparat Spermogonium und betrachtet denselben als eine männliche Blüthe.

Ob diese Ansicht richtig ist oder nicht, mag dahin gestellt bleiben, dass aber bei vielen, wenn nicht bei allen Pilzen ebenfalls eine geschlechtliche Zeugung vorkommen mag, leidet nach neuern Beobachtungen kaum noch einen

Zweifel. So entsteht nach De Bary das oben geschilderte Sporangium von Erysibe zunächst dadurch, dass zwei aus zwei verschiedenen Myceliumfäden heranwachsende Zellen von verschiedener physiologischer Bedeutung sich an einander legen und hierauf die eine dieser Zellen sich zum Sporangium entwickelt. Man nennt diesen, früher nur bei den Algen beobachteten Vorgang Copulation. Es ist nun nicht unwahrscheinlich, dass die Sporen oder Sporangien aller Pilze das Product einer geschlechtlichen Zeugung seien. Sie allein haben ja dieselbe physiologische Bedeutung wie die Samen der Phanerogamen, indem sie gleich jenen dazu bestimmt sind, die Art (species) fort und fort und zunächst von einem Jahre zum andern zu erhalten. Denn die meisten Pilze sind vergängliche Geschöpfe; ganz besonders gilt dies von den zahllosen Schimmelpilzen, welche meist nur im Sommer und Herbst vegetiren und binnen wenigen Monaten, ja Wochen und Tagen ihren gesammten Lebensprocess absolviren. Hier sind es in der Regel die Sporen, welche mit Zähigkeit begabt, überwintern und in der nächsten Vegetationsperiode denselben Pilz wieder erzeugen. Man nennt solche Sporen deshalb auch Dauer- oder Samensporen, im Gegensatz zu den oben erwähnten Schwärmsporen, welche gewöhnlich nur kurze Zeit im Sporenzustande verharren und hierauf keimen und ein neues Mycelium entwickeln. Bei Schwärmsporen erzeugenden Pilzen, von denen die ersten durch Prévost und De Bary beobachtet wurden (die Gattungen *Peronospora* und *Cystopus*) scheinen jene seltsamen Fortpflanzungszellen nur zur Vermehrung des betreffenden Pilzes während seiner Vegetationsperiode zu dienen, denn die Erhaltung desselben von einem Jahr zum andern geschieht hier entweder durch Dauersporen — in welchem Falle der Pilz zweierlei Sporen hervorbringt — oder (wie bei *Peronospora infestans*) durch das Mycelium selbst, indem dasselbe lebenskräftig überwintert. Eine ganz ähnliche Stelle, wie bei den Schwärmsporen, bilden bei vielen Pilzen, namentlich Fadenpilzen, einfache Zellen, welche sich von dem Mycelium ablösen und ohne Weiteres durch Ausdehnung die Bildung eines neuen Myceliums veranlassen können. Sie sind ebenfalls blosse Vermehrungsorgane; man nennt sie Conidien. Durch dergleichen Conidien breitet sich z. B. der Mehlthauschimmel während seiner Vegetationsperiode unglaublich schnell aus, indem sich jene hier kuglich gestalteten Vermehrungszellen zu Millionen an zahllosen Zweigen des Myceliums abschnüren. Dagegen erhält sich der Mehlthau von einem Jahre zum andern durch seine Dauersporen, welche sich in den in Folge einer Copulation entstandenen Sporangien entwickeln.

Von besonderem Interesse und nicht ohne praktische Wichtigkeit ist die durch die Forschungen der Neuzeit ausser allem Zweifel gestellte Thatsache, dass aus den Sporen eines Pilzes nicht immer derselbe Pilz wieder entsteht,

sondern ein ganz anderer, dann stets höher organisirter, dessen Sporen wieder den ersten unvollkommenen Pilz erzeugen. So z. B. wächst aus dem Mutterkorn, welches selbst ein Pilz ist, aber ein unvollkommener, durch Basidiensporen sich vermehrender, nachdem dasselbe zu Boden gefallen ist doch erst nach geraumer Zeit, ein ganz anderer, viel höher organisirter Pilz (die *Claviceps purpurea*) hervor, welcher fadenartige Sporen in den schlauchförmigen Sporangien seines Sporenträgers erzeugt, die aber auf den Kornähren wieder den Mutterkornpilz hervorbringen. Eine solche Umwandlung niederer Pilzformen in höhere, welche dem bei vielen niedern Thieren vorkommenden Generationswechsel entspricht, ist in neuester Zeit vielfach beobachtet worden. Ja man hat gefunden, dass ganze Pilzgattungen aus verschiedenen Abtheilungen des Pilzsystems im genetischen Zusammenhang stehen indem die einen nichts anderes sind, als weitere höher organisirte Entwicklungsstadien der andern. Auch darf nicht unerwähnt bleiben, dass bei niedern Pilzen, namentlich Fadenpilzen, die Gestalt sowohl der Sporen oder Sporangien als des Myceliums, je nach dem Boden, auf welchem der Pilz vegetirt, oft mannichfach variirt, mitunter so bedeutend, dass derselbe Pilz die Fruchtform einer ganz anderen Gattung hervorbringt. Auch dadurch werden Uebergänge einer Pilzart oder Pilzgattung in eine andere vermittelt.

Ernährungsweise der Pilze. Schmarotzerpilze, deren Bedeutung, Verbreitung und Begegnung. Die Pilze unterscheiden sich von der Mehrzahl der übrigen Gewächse dadurch, dass sie sich von organischen Stoffen ernähren. Und zwar lebt die Mehrzahl von zersetzter oder in Zersetzung begriffener Pflanzensubstanz und vegetirt deshalb auf oder in abgestorbenen, absterbenden, verwelkenden oder verwesenden Pflanzen und Pflanzentheilen, in fetter Lauberde, auf Composthaufen u. s. w. Andere ziehen thierische Nahrung vor und wachsen auf todten und verwesenden Thieren und Thiertheilen, auf animalischem Dünger u. s. w. Es giebt aber auch Pilze, welche sich lediglich von den Säften lebender, ja mitunter vollkommen gesunder Pflanzen und Thiere ernähren und durch ihr Vegetiren auf oder in solchen Pflanzen und Thieren dieselben krank zu machen, ja bisweilen sogar zu tödten vermögen. Das sind die Schmarotzerpilze. Sie scheinen der Mehrzahl nach den Staub- und Schimmelpilzen anzugehören und sind erst in neuester Zeit erkannt und verdientermaasen gewürdigt worden.*) Man kennt bereits eine Menge pilzlicher Parasiten der Pflanzen,

*) Früher pflegte man die Pilze überhaupt als Schmarotzergewächse zu bezeichnen, wenigstens alle auf Pflanzen und Thieren, lebenden wie todten, vorkommenden. Ebenso hielt man die an Baumstämmen, Aesten, Zweigen und selbst Blättern haftenden Flechten

Thiere und selbst Menschen, die meisten vegetiren im Innern ihrer Wirthe, als Entophyten, und diese kann und muss man den Eingeweidewürmern (Entozoen) an die Seite stellen; manche haften nur äusserlich an der Pflanze oder dem Thiere und bringen durch Umstricken und Saugen organische und chemische Veränderungen, die selbst den Tod herbeiführen können, hervor (z. B. der Mehlthauschimmel). Bei den entophytischen Schmarotzerpilzen vegetirt in der Regel nur das sich sehr ausbreitende Mycelium im Innern des Wirthes, während die Sporen, Sporangien oder Sporenträger an der Aussenfläche erscheinen, indem um die Zeit der Fructification diejenigen Myceliumzweige, welche die Sporen oder Sporangien hervorbringen sollen, nach aussen dringen und die Haut der Pflanze oder des Thieres gewaltsam durchbrechen. Bei Pflanzen wachsen dieselben wohl auch zu den Spaltöffnungen, bei Insekten und Insektenlarven zu den Luftlöchern heraus. Dergleichen Entophyten sind z. B. die Brandpilze, der Kartoffelschimmel (*Perospora infestans*), der Kiefern- und Fichtenrusspilz (*Schizoderma pinastri*), die in der Seidenraupe schmarotzende Muscardine (*Botrytis Bassiana*), u. a. m. Viel seltner scheint es vorzukommen, dass ein entophytischer Schmarotzerpilz ganz im Innern seines Wirthes eingeschlossen bleibt, dass nämlich auch die Sporen oder Sporangien in dessen Innern entwickelt werden. Wir werden einen solchen Entophyt bei der Rothfäule kennen lernen.

Der Einfluss der bei lebenden Pflanzen vorkommenden Schmarotzerpilze auf deren Gedeihen ist immer ein verderblicher, mögen dieselben nur äusserlich an der Pflanze haften, wie der Mehlthau- und Traubenschimmel, oder im Innern ihrer Nährpflanze wuchern, wie die Brandpilze und der Kartoffelschimmel. Denn in beiden Fällen bringen die Schmarotzerpilze organische Veränderungen, Zerstörungen des Zellgewebes, chemische Zersetzungen des Zelleninhalts, Störungen des Stoffwechsels und der Saftbewegung hervor und untergraben dadurch das Leben der Pflanze, tödten wohl gar dieselbe binnen oft kurzer Zeit. Ihre Myceliumfäden drängen sich nämlich bald zwischen den Zellen der Nährpflanze durch und lockern in Folge dessen deren

für Schmarotzer, was dieselben sicher nicht sind. In neuester Zeit hat man einen scharfen Unterschied zwischen Saprophyten und Parasiten gemacht. Mit ersterem Namen belegt man alle diejenigen Gewächse, welche von sich zersetzender, verwesender Pflanzen- oder Thiersubstanz ernähren, während man Parasiten nur solche nennt, welche in lebende Pflanzen und Thiere eindringen und dieselben krank machen oder gar tödten, sei es dadurch, dass sie ihren Nährpflanzen die Säfte entziehen (die meisten phanerogamischen Parasiten, z. B. die Flachsseide), oder dass sie durch ihr Fortwuchern im Innern der Nährpflanzen organische und chemische Veränderungen herbeiführen (die meisten Schmarotzerpilze). Zu den Saprophyten gehören alle nicht schmarotzenden Pilze, unter den Phanerogamen z. B. die Vogelnestorche (*Neottia Nidus avis*), welche sich von verwesendem Buchenlaube ernährt.

Zusammenhang, bald durchbrechen sie die Wandungen der Zellen gewaltsam (wozu sie sehr gern die Tüpfel wählen, weil hier die Zellwand am dünnsten ist) und führen deren Auflösung und Zerfliessen herbei. In Folge des dadurch unterbrochenen Stoffwechsels tritt bald eine chemische Zersetzung des Zelleninhalts ein; namentlich scheinen Humusverbindungen gebildet zu werden, worauf schon die in von Myceliumfäden durchzogenen Geweben meist sehr bald eintretende Bräunung deutet. Je nachdem Feuchtigkeit und Luft hinzutreten können oder nicht, sowie je nach der anatomischen und physikalischen Beschaffenheit des inficirten Pflanzengewebes verwest oder verfault dasselbe schliesslich, nicht selten unter Verjauchung (z. B. bei der nassen Fäule der Kartoffelknollen). Die Schmarotzerpilze gehören daher zu den gefährlichsten Parasiten; sie sind doppelt gefährlich, weil wegen ihrer mikroskopischen Kleinheit ihnen schwer oder gar nicht zu begegnen ist, wenigstens es nicht in der Macht des Menschen steht, das Einwandern der Schmarotzerpilze in die Pflanzen (dasselbe gilt von den in Thieren und Menschen schmarotzenden Pilzen) zu verhindern oder zu verhüten.

Dass nämlich die Schmarotzerpilze im Innern ihrer Nährpflanzen oder Nährthiere nicht durch Urzeugung, etwa in Folge einer abnormen Zersetzung der Säfte, einer Krankheit der Pflanze oder des Thieres entstehen, sondern von aussen her in die Pflanzen oder das Thier eindringen, daran lässt sich nach den neuern und neuesten Untersuchungen und Versuchen kaum mehr zweifeln. Der Laïe ist gewöhnlich sehr schnell mit seinem Urtheil fertig, indem er Schmarotzerwesen, seien es Thiere (z. B. die Eingeweidewürmer) oder Pflanzen, ohne Weiteres für Produkte einer krankhaften Entmischung der Säfte erklärt, eine Ansicht, welcher bezüglich der Eingeweidewürmer noch vor wenigen Decennien die Mehrzahl der Menschen- und Thierärzte auch huldigte. Nichts ist dem Fortschritte der Wissenschaft, nichts der gedeihlichen Ausbildung der auf Wissenschaft basirten Praxis, nichts der Aufklärung und dem Wohl der gesammten Menschheit hinderlicher, als eingerostete Vorurtheile und vorgefasste Meinungen. Wie viele, die sich aufgeklärt und vorurtheilsfrei dünken, ja sich wohl gar einer wissenschaftlichen Bildung rühmen, giebt es noch gegenwärtig, welche den Resultaten der sorgfältigsten, allseitigsten und objectivsten, Jahre lang fortgesetzten wissenschaftlichen Forschung ein stereotypes „das glaube ich nicht“ entgegensetzen, obwohl sie nicht im Stande sind, Beweise anzuführen, dass die wissenschaftliche Forschung eine unrichtige sei. Dergleichen Leute wollen eben die Wahrheit nicht hören; sie ignoriren die Wissenschaft, verachten deren Mahnungen, negiren und bespötteln die mühsam gefundenen Resultate jahrelanger Forschung, weil sie

an ihren liebgewonnenen Vorurtheilen hangen und sich von denselben nicht trennen mögen. Kann man doch noch in unsern Tagen von ganz gebildeten Leuten die Meinung vertheidigen hören, dass selbst so hoch organisirte Thiere wie Insekten (z. B. Läuse) durch Urzeugung entstehen oder der Mehlthau durch eine aus der Luft herabgefallene „Lohe" hervorgebracht werde! Sie bekunden damit freilich nur ihre eigene bedauerliche Unwissenheit und liefern einen sprechenden Beweis, wie nothwendig Jedermann eine möglichst gründliche und allseitige naturwissenschaftliche Bildung ist. Wenn man bedenkt, wie ausserordentlich klein die Sporen vieler Pilze und besonders der Schmarotzerpilze sind und dass die durch ihr sogenanntes Keimen entstandenen Keimschläuche noch viel dünner sind, als der Durchmesser der Sporen, so steht deren Eindringen in die Spaltöffnungen der Blätter und anderer Pflanzentheile oder in die Hautporen der Thiere (welche übrigens dergleichen Sporen auch einathmen und verschlingen können), kein Hinderniss im Weg. Dass aber in der Luft, vielleicht fortwährend und allenthalben, Pilzsporen oder Keimschläuche von solchen enthalten sind, hat die directe Beobachtung gelehrt, denn man hat wiederholt in aufgefangenen Regentropfen und Schneeflocken und selbst bei unmittelbaren Untersuchungen der Luft Pilzsporen gefunden.*) Es hat dies auch durchaus nichts Wunderbares bei der unglaublichen Massenhaftigkeit, in welcher die Sporen der Pilze erzeugt werden. Hat doch De Bary nachgewiesen, dass bei einem von der *Peronospora infestans* bewohnten Kartoffelblatte auf der winzig kleinen Fläche einer Quadratlinie sich schlecht gerechnet 3270 Sporangien des Pilzes bilden und ein zolllanges Stengelstück einer von diesem Schimmel befallenen Kartoffelpflanze 15000 Sporangien und 90000 Sporen zu erzeugen vermöge! Bei einer so profusen Sporenentwickelung wäre es geradezu undenkbar, dass die Luft nicht oft von Sporen wimmeln solle, da dieselben so ausserordentlich leicht

*) Ein anderer Beweis für die Existenz von Pilzsporen in der Luft liefert das constante Vorkommen eines parasitischen Fadenpilzes, der *Leptothrix buccalis* in der Mundhöhle des Menschen. Dieser Schimmel wurde zuerst von Remak bei Kranken im Zungenbeleg, den er fast ausschliesslich bildet, entdeckt und dieses Vorkommen später durch Küchenmeister (vergl. dessen Schrift: Die in und an dem Körper des lebenden Menschen vorkommenden Parasiten. Leipzig, 1853.) bestätigt. Kürzlich hat Prof. Hallier in Jena umfassende Beobachtungen bekannt gemacht, aus denen hervorgeht, dass dieser Pilz sich bei jedem Menschen fast jeden Morgen im Beleg der Mundhöhle, besonders auf der Zunge und an den Zähnen finde, was ich durch eigene Beobachtung bestätigen kann. Da er ebenfalls Sporen in Menge erzeugt, so liegt es auf der Hand, dass dieselben vom Menschen aus der Luft eingeathmet werden. Ferner hat Prof. Hoffmann in Giessen bei der Naturforscherversammlung zu Giessen (1864) im Nasenschleim eines Menschen nach einstündigem Verweilen desselben in reiner Zimmerluft die Sporen von 4 verschiedenen Pilzen nachgewiesen. Lemaire fand in der fieberreichen Luft der Sologne eine Menge von Pilzsporen. Dergleichen Beobachtungen häufen sich von Jahr zu Jahr.

sind, dass der leiseste Lufthauch Massen von ihnen vom Boden oder der Oberfläche der mit Pilzen besetzten Pflanzen aufheben und weit fortführen kann. Dazu kommt, dass ein unmittelbares Eindringen von Sporen und Keimschläuchen beim Brand des Getreides, bei der Kartoffelkrankheit u. a. m. durch glaubwürdige Forscher (Léveillé, De Bary, Jul. Kühn u. a.) direct beobachtet und auch auf dem Wege comparativer Versuche nachgewiesen worden ist, dass aus solchen eingedrungenen Keimschläuchen der verderbliche Pilz in der befallenen Pflanze entstand und derselbe diese krank machte, beziehentlich tödtete. Wenn aber bereits für mehrere parasitische Pilze nachgewiesen ist, dass dieselben in die gesunde Pflanze eindringen und diese krank machen, so scheint es mir wenigstens sehr gewagt, bei andern Schmarotzerpilzen, wo man ein Eindringen von aussen noch nicht beobachten oder nachweisen konnte, eine Urzeugung anzunehmen. Ich kann mich deshalb der von Th. Hartig schon früher aufgestellten und noch in neuester Zeit behaupteten Ansicht, dass die Zelle der höhern Pflanzen (z. B. die Holzzelle), desgleichen fester Zelleninhalt (Stärkemehlkörner u. a.) sich durch eine eigenthümliche chemische Umgestaltung in Pilze verwandeln, demgemäss gewisse Entophyten der Bäume (z. B. die sogenannten Nachtfaserpilze) unmittelbar aus dem sich verwandelnden oder zersetzenden Zellen oder deren Inhalt hervorgehen sollen, bis jetzt noch nicht anschliessen.

Angenommen nun, dass alle in und an lebenden Pflanzen oder Thieren vorkommenden Schmarotzerpilze von aussen her in dieselben eindringen, so entsteht die Frage: befallen bestimmte Schmarotzerpilze gleichmässig alle Pflanzen oder Thiere derselben Species oder nur schlecht ernährte, kümmernde, kränkliche Individuen? Wird mit andern Worten das Eindringen der Schmarotzerpilze durch eine gewisse Disposition oder Empfänglichkeit der Pflanze oder des Thieres begünstigt? — Die Beantwortung dieser Frage ist von höchster Wichtigkeit in praktischer Beziehung, denn auf ihr beruht die Möglichkeit oder Unmöglichkeit, die Culturpflanzen, die Culturthiere, ja sich selbst (den Menschen) gegen diese mikroskopischen Feinde schützen zu können, die Möglichkeit oder Unmöglichkeit, den Schmarotzerpilzen begegnen zu können. Nimmt man nämlich an, dass die Keime der Schmarotzerpilze unter allen Umständen in denjenigen Geschöpfen, wo sie zu vegetiren von der Natur bestimmt sind, einen neuen Pilz erzeugen müssen, dass demnach alle in ein solches Geschöpf eingedrungenen Pilzkeime sich auch wirklich entwickeln müssen: so ist alle Begegnung unmöglich, denn wie soll man das Eindringen mikroskopischer Keime verhindern? Sollte es sich dagegen bewahrheiten, dass die Schmarotzerpilze nur in schlecht ernährten, schwächlichen, kümmernden Pflanzen, Thieren und Menschen zu leben vermögen, dass demgemäss nur

solchen die eingedrungenen Keime jener Parasiten gefährlich werden, in gesunden, kräftigen Individuen aber dieselben sich zu entwickeln nicht im Stande sind: dann würde es allerdings nicht so schwer sein, den Schmarotzerpilzen zu begegnen, indem man dann nur für Entfernung aller Einflüsse, welche die Gesundheit der Individuen beeinträchtigen, also z. B. bei den Culturpflanzen und Culturthieren für eine vollkommen normale Erziehung und Pflege Sorge zu tragen hätte. Werfen wir einen vergleichenden Blick auf die Eingeweidewürmer und sonstigen Parasiten zunächst des Menschen, so könnte das vorzugsweise oder wenigstens häufige Vorkommen derselben bei Kindern, Frauen und schwächlichen Männern zu der Ansicht leiten, dass für die Entwickelung der von aussen eingedrungenen Brut der Eingeweidewürmer eine gewisse Empfänglichkeit, eine Disposition, für manche vielleicht gar ein krankhafter Zustand nothwendig sei. Ebenso scheint die Thatsache, dass der auf S. 21 in der Anmerkung erwähnte Mundhöhlenschimmel (*Leptothrix buccalis*) sich massenhaft nur auf der Zunge kranker Personen entwickelt, dafür zu sprechen, dass die Schmarotzerpilze nur bei kranken Säften in gefährlicher Menge oder überhaupt sich zu entwickeln im Stande seien. Allein diesen und andern Beobachtungen stehen noch viel mehr Beobachtungen, ja Versuche entgegen, welche die Annahme der Nothwendigkeit einer Disposition der betreffenden Pflanzen, Thiere und Menschen höchst zweifelhaft und unwahrscheinlich machen. Es ist zur Genüge experimentell festgestellt, dass jeder Mensch, jedes fleischfressende Thier, gleichwohl ob kräftig oder schwächlich, gesund oder krank, Bandwürmer bekommt, wenn in einem gewissen Zustand der Entwickelung gelangte lebende Finnen des Schweines oder anderer Thiere in den Darmkanal solcher Menschen oder Thiere kommen. Kräftige und schwächliche Kinder beiderlei Geschlechts bekommen den Kopfgrind, d. h. werden von *Achorion Schönleinii*, ebenfalls einem parasitischen Schimmelpilz, der diese ekelhafte und langwierige Krankheit hervorbringt, befallen. Der Getreidebrand und das Mutterkorn erscheinen an kräftigen und schwächlichen Halmen und es giebt keine einzige Kartoffelsorte, welche nicht vom Kartoffelschimmel befallen würde. Auch hat man zur Genüge beobachtet, dass ebenso vollkommen gesunde und normal vegetirende Kartoffelpflanzen als schlechtwüchsige und kränkelnde ein Opfer jenes Pilzes werden. Trotz alledem ist es mehr als wahrscheinlich, dass, sei es durch Witterungszustände, sei es durch Boden- oder Düngungseinflüsse u. a. m, gewisse Culturgewächse, wie z. B. die Kartoffel bald mehr bald weniger in einen Zustand versetzt werden können, wo sie den in sie eindringenden Schmarotzerpilzen ein besseres Keimbett (sit venia verbis!) gewähren als sonst und daher schneller als unter anderen Verhältnissen ein Opfer der Parasiten

werden. Aber ich muss hier entschieden einer sehr verbreiteten Ansicht entgegentreten, nämlich dass die Culturgewächse viel mehr von den Schmarotzern zu leiden hätten, als die wildwachsenden und zwar deshalb, weil jene Gewächse durch Jahrhunderte oder Jahrtausende lang fortgesetzte Cultur, durch unzählige mit ihnen vorgenommene Kreutzungen und andern Behandlungsweisen, auf denen die zahllosen Varietäten, Spielarten und Racen beruhen, oder auch durch fortgesetzte ungeschlechtliche Vermehrung (z. B. die Kartoffel) in einen Zustand der Degeneration gerathen wären, welcher das Eindringen der Schmarotzer begünstige. Die physiologischen Forschungen der Neuzeit sind dieser Annahme nicht günstig. Ich will darüber, ob langwierige Cultur eine Entartung*) herbeiführen könne oder nicht, mich hier nicht aussprechen: wohl aber muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass wildwachsende Pflanzen ebenso häufig, vielleicht sogar noch häufiger von Schmarotzerpilzen befallen werden, als Culturgewächse. Alle Mykologen und Pilzsammler wissen das. Der Mehlthauschimmel z. B. befällt und vernichtet jeden Sommer eine Menge wild wachsender Pflanzen ebenso, als wie die Erbsen u. a. Culturpflanzen. Es fällt nur nicht so in die Augen, weil die wild wachsenden Pflanzen in der Regel zerstreut vorkommen, während die Culturpflanzen massenhaft beisammen stehen. Dieser Umstand muss natürlich auch die Verbreitung eines Schmarotzerpilzes, das Umsichgreifen einer durch Schmarotzerpilze verursachten Krankheit begünstigen. Die *Peronospora infestans* der Kartoffel ist nicht die einzige Art ihrer Gattung; man kennt bereits eine Menge anderer Arten von Peronosporen, welche alle in derselben Weise verderblich wirken, aber nur oder fast nur auf wildwachsenden Pflanzen vorkommen. Jeden Spätsommer kann man Meldenpflanzen (*Chenopodium album*) vom Mehlthau befallen werden und eingehen sehen. Oft stehen befallene und noch ganz gesunde unmittelbar neben einander und bleiben letztere gesund. Woher kommt das? — Das ist wieder ein Beweis, dass die Entwickelung der Sporen

*) Was ist überhaupt hier unter Entartung zu verstehen? Eine „Ausartung" im botanischen Sinne, d. h. ein Verlorengehen oder Verschwinden der Artmerkmale (characteres speciei) oder eine chemisch-physiologische Veränderung des gesammten Vegetationsprozesses? Nur letztere könnte möglicherweise eine bestimmte Empfänglichkeit für Parasiten begründen. Eine solche Entartung evident nachzuweisen, ist aber eine höchst schwierige, ja in vielen Fällen geradezu unmöglich zu lösende Aufgabe. Denn sie könnte nur durch ganz genaue anatomisch-physiologische und chemische Vergleichung der einzelnen Racen einer Culturpflanze mit der wild wachsenden Pflanze, von der jene abstammt, gelöst werden. Nun kennen wir aber bekanntlich die Abstammung sehr vieler Culturpflanzen gar nicht, weil deren Stammpflanzen nirgends mehr zu finden sind. Wie soll da eine Entartung nachgewiesen werden? — Bei der Kartoffelpflanze, desgleichen bei den forstlichen Culturgewächsen wäre dies allerdings möglich, dazu aber nicht allein ein sehr langwieriges Studium, sondern auch die Unternehmung weiter und kostspieliger Reisen erforderlich, denn die Stammpflanzen müssten an Ort und Stelle, in ihrer Heimath studirt werden.

und Keimschläuche der Schmarotzerpilze auf und in den betreffenden Nährpflanzen von Einflüssen der localsten Natur begünstigt oder beeinträchtigt wird. Diese Einflüsse zu ermitteln muss fortan die Aufgabe der Physiologen wie der Land- und Forstwirthe sein. Es liegt der Forschung hier noch ein weites unangebautes Feld vor: wohlan, säume man nicht länger, dasselbe anzubauen! Es ist klar, dass die Lösung jener oben gestellten hochwichtigen Frage, von welcher das Wohl und Wehe unserer Culturgewächse (und Culturthiere) in bedeutendem Grade abhängig ist und ebenso die mit dieser Frage im innigsten Zusammenhang stehende, ja deren Lösung bedingende Ermittelung der verschiedenen Einflüsse, welche das Auftreten, die Entwickelung und Vermehrung der einzelnen Schmarotzerpilze begünstigen und beeinträchtigen, nur auf dem Wege lange Zeit fortgesetzter, vielfach wiederholter und mit der grössten Umsicht und Gewissenhaftigkeit angestellter comparativer Versuche gelöst werden kann. Sie muss aber gelöst werden, wollen wir uns anders gegen die uns fortwährend unsichtbar umgebenden mikroskopischen Geschöpfe, soweit dieselben uns Schaden bringen, schützen, denn so lange wir nicht für jede einzelne Culturpflanze wissen, unter welchen bestimmten Verhältnissen dieselbe ein Opfer der auf sie angewiesenen Schmarotzerpilze wird, unter welchen nicht, wird es auch nicht möglich sein, diesen unsichtbaren Feinden erfolgreich zu begegnen.

Es ist nun noch auf einen Umstand aufmerksam zu machen, welcher besonders bei der Beurtheilung der Baumkrankheiten, bei denen Schmarotzerpilze im Spiele sind, volle Beachtung verdient, nämlich dass viele Schmarotzerpilze nur in einem gewissen Stadium ihrer Entwickelung ihrer Nährpflanze verderblich werden. Es ist z. B. durch directe Beobachtung nachgewiesen, dass der Kartoffelschimmel im Stadium des Mycelium lange Zeit in der Kartoffelpflanze existiren, deren Stengel und Blätter durchziehen kann, ohne ihr im Geringsten zu schaden, dass er aber von dem Moment an, wo er zu fructifiziren anfängt, als Zerstörer des Zellgewebes seiner Nährpflanze auftritt und dann oft reissend schnell deren gänzliches Verderben herbeiführt. Dasselbe gilt von den Brandpilzen des Getreides. Liegt da nicht der Gedanke nahe, dass auch mancher parasitische Pilz der Bäume und Holzgewächse überhaupt in die Keimpflanze oder gar schon in den Saamen eindringen, im Innern des Baumes mit demselben emporwachsen und Jahrzehnte vegetiren möge, ohne dem Baum irgend welchen Schaden zuzufügen, bis er endlich zu fructifiziren und nun zerstörend zu wirken anfängt? — Wer vermag die Möglichkeit zu bestreiten, dass gewisse Schmarotzerpilze, wenn nicht alle, zu einer bestimmten Zeit ihrer Entwickelung

geradezu giftige Eigenschaften erlangen und dynamisch auf das Zellgewebe und den Zelleninhalt ihrer Nährpflanze einwirken?*) Die Thatsache, dass das Mycelium der bei weitem meisten Schmarotzerpilze im Innern der Nährpflanze vegetirt, und die Existenz des Schmarotzers erst durch die dann in der Regel äusserlich an der Nährpflanze erscheinenden Sporen und Sporangienhaufen oder sonstigen Fortpflanzungsorgane, welche sich gewaltsam einen Weg nach Aussen gebahnt haben, verrathen wird, ist doch ein Fingerzeig, dass ein solcher Pilz, wenn er auch als Spore oder Keimschlauch von Aussen her auf irgend eine Weise in seine Nährpflanze eingedrungen ist, sich in der Hauptsache in derselben entwickelt und längere oder kürzere Zeit, bevor er fructifizirt, in ihr vegetiren muss. Da nun Parasiten sich immer der Lebensweise ihres Wirthes zu accomodiren suchen, so ist es durchaus nicht so unwahrscheinlich, dass in den viele Jahre alt werdenden Holzgewächsen die Schmarotzerpilze selbst Jahre lang vegetiren können, ja müssen, bevor sie zu fructifiziren vermögen, während in den einjährigen Pflanzen (Sommergewächsen), zu denen z. B. die Mehrzahl der landwirthschaftlichen Culturgewächse gehört, ihre Entwickelungsgeschichte viel schneller absolvirt wird und absolvirt werden muss. Man darf daher meiner Ansicht nach daraus, dass ein Baum vollkommen gesund erscheint, noch keineswegs schliessen, dass derselbe keinen Schmarotzerpilz enthält. Selbst die mikroskopische Untersuchung wird das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines etwaigen im Innern vegetirenden Myceliums nicht immer mit Bestimmtheit nachzuweisen vermögen, weil hier zahllose Täuschungen möglich sind. Es ist mir selbst schon mehr als ein Mal passirt, dass ich en profil gesehene Wandungen von Holzzellen oder durch das Messer losgelöste Zellwandtasern, welche unter dem Mikroskop wie zarte Röhren oder Schläuche erscheinen können, für Pilzfäden gehalten habe. Da ist die allergrösste Vorsicht und Objectivität nothwendig, denn man kann sich bei mikroskopischen Untersuchungen nicht genug hüten, sich nicht durch den eigenen Wunsch, das Vermuthete aufzufinden, zu optischen Täuschungen hinreissen zu lassen. In solchen zweifelhaften Fällen vermag nur die mikrochemische Behandlung Aufschluss zu ertheilen. Pilzschläuche (Myceliumfäden) werden nämlich durch Chlorzink-

*) Warum soll es denn bloss unter den Fleischpilzen giftige geben? — Ist nicht der Mutterkornpilz ebenfalls ein überaus giftiger? — Können da nicht auch Schimmel- und andere Pilze giftige Eigenschaften besitzen? — Sind nicht die giftigen Fleischpilze im Alter (d. h. im fructifizirenden Zustande) giftiger als in der Jugend? — Warum soll ein Schmarotzerpilz seine eigene Nährpflanze zu einer bestimmten Zeit seiner Entwickelung nicht zu vergiften vermögen? — Erzeugen nicht viele Pflanzen höchst giftige Stoffe (giftige Alkaloide), welche ihnen selbst verderblich werden würden, kämen dieselben nicht in der Pflanze, welche sie erzeugt, krystallisirt, d. h. in im Zellsaft unlöslicher Form vor? —

jodlösung niemals blau gefärbt, nehmen dagegen oft durch salpetersaures Quecksilberoxydoxydul eine röthliche, durch Jod und Schwefelsäure eine goldgelbe Farbe an, weil sie meist stickstoffhaltig sind. Immerhin fehlt es uns noch an einem Reagens, das unter allen Umständen von Natur farblosen, fadenförmigen Pilzschläuchen eine bestimmte Färbung ertheilt. Sind die Myceliumfäden an und für sich gefärbt oder sind sie gegliedert (septirt), so ist es natürlich nicht schwer, sie herauszufinden und von Zellenwänden und Zellwandfasern zu unterscheiden.

Ueberblickt man das bisher Gesagte noch einmal, so wird man zu der Ueberzeugung gelangen, dass zu einer gründlichen Erforschung der Baumkrankheiten und zur Anbahnung einer erfolgreichen Bekämpfung derselben nicht allein sorgfältige mikroskopische und chemische Untersuchungen, folglich Bekanntschaft mit dem Mikroskop und den mikroskopischen Operationen, nothwendig sind, sondern auch die Anstellung der verschiedenartigsten comparativen Versuche und endlich eine gewisse Kenntniss der Pilze, besonders der niedern Pilze, ihrer Entwickelungsgeschichte und Lebensbedingungen. Ebendeshalb kann den angehenden jungen Forstmännern nicht dringend genug an's Herz gelegt werden, das Studium der Pflanzenphysiologie mit Ernst und Eifer zu betreiben und sich im Gebrauch des Mikroskops und in mikroskopisch-physiologischen Untersuchungen und Versuchen zu üben, wozu ja jetzt auf allen bessern Forstlehranstalten reiche Gelegenheit geboten wird. Von den älteren Forstmännern, welche nicht so glücklich waren, während ihrer Lehr- und Studienzeit solche Hülfsmittel und Uebungen benutzen zu können, wie sie jetzt dem Studirenden der Forstwissenschaft zu Gebote stehen, ist es nicht zu verlangen, dass sie Beobachtungen und Untersuchungen anstellen sollen, wie solche der gegenwärtige Stand der Naturforschung erheischt; von der jetzt an den Forstlehranstalten studirenden Jugend und den aus derselben hervorgehenden Forstbeamten dagegen kann und muss man dies verlangen. Deshalb mögen dieselben eines Wortes des alten Borkhausen eingedenk sein, mit dem ich diesen Abschnitt schliessen will, damit nach abermals 65 Jahren die Forstwirthschaft in naturwissenschaftlicher Beziehung nicht noch auf demselben Standpunkte sich befinden möge, wie gegenwärtig. An einer andern Stelle der oben citirten Vorrede zu seiner Forstbotanik sagt nämlich Borkhausen: „Ohne hinlängliche physiologische Kenntnisse wird das Wissen des Forstmanns immer Stückwerk bleiben, wird er nie den Waldgebrechen vollständig abzuhelfen, widrigen Naturereignissen nie zu begegnen, selten oder niemals die wahren Ursachen des Misslingens seiner Unternehmungen aufzufinden wissen. Nur gründliches Studium der

Holzphysiologie kann ihn mit den Gesetzen des Wachsthums bekannt machen, und ihn in den Stand setzen, den Holzertrag der Waldreviere richtiger zu bestimmen, als ohne dieses Studium jemals möglich sein könnte. Nur dieses Studium giebt ihm eine richtige Idee von den Krankheiten der Holzpflanzen und die richtigen Mittel an die Hand, ihnen vorzubeugen oder abzuhelfen."

Aus den vorhergehenden Erörterungen, wie aus den nachfolgenden Untersuchungen wird der unbefangene Leser erkennen, dass eine gewissenhafte und gründliche Erforschung der Baum- und Holzkrankheiten zu den schwierigsten, mühsamsten und zeitraubendsten Aufgaben im Gebiete der forstlichen Naturkunde gehört. Das gilt aber mehr oder weniger von allen naturwissenschaftlichen Forschungen bezüglich der so vielgestaltigen und von so zahlreichen Factoren beeinflussten Lebenserscheinungen der Holzgewächse. In der That ist es kaum möglich, dass einzelne Forscher die zahllosen Probleme, welche das Leben der Bäume und Sträucher in gesundem und krankem Zustande fort und fort vorführt, zu lösen vermögen, zumal da es demselben gar oft an dem nöthigen Material zu einer gründlichen Untersuchung gebricht oder wenigstens ihnen nicht die Mittel zu Gebote stehen, um comparative Versuche anstellen zu können. Da nun gegenwärtig wohl kein Zweifel mehr darüber herrscht, dass das Gedeihen des Waldes und folglich auch sein Ertrag lediglich von einer möglichst naturgemässen, d. h. physiologisch richtigen Erziehung und Pflege der Holzarten abhängt, dazu aber eine genaue Kenntniss sowohl der Lebensbedingungen jeder einzelnen Holzart, als auch des Einflusses der Standortsverhältnisse auf deren Lebensthätigkeit in jedem Stadium ihres Alters und endlich der Ursachen aller Krankheiten, denen sie ausgesetzt sein kann, unumgänglich nöthig ist, und da eine solche Kenntniss nur durch ununterbrochen fortgehende, umfassende, zahlreiche, nach einem Plan betriebene Beobachtungen, Untersuchungen und Versuche forstnaturwissenschaftlicher und forstmathematischer Art erworben werden kann: so erscheint es dringend geboten, auch im Gebiete der Forstwirthschaft endlich und ernstlich an eine Institution zu denken, welche in dem der Landwirthschaft

schon seit geraumer Zeit besteht. Ich meine die auch schon von anderer Seite mehrfach angeregte und befürwortete Errichtung

forstwirthschaftlicher Versuchsstationen.

Will und soll denn die Forstwirthschaft auch in dieser Beziehung noch länger hinter ihrer älteren Schwester, der Landwirthschaft, zurückbleiben? — Ich bin keineswegs der Ansicht, dass Alles, was aus den landwirthschaftlichen Versuchsstationen kommt, lauteres Gold sei, glaube auch nicht, dass alle jetzt bestehenden Institute dieser Art wirklich schon das sind, was sie sein sollten und könnten, indem in vielen nur agriculturchemische Versuche und Untersuchungen angestellt zu werden pflegen: dass aber durch diese zum Theil reich dotirten Versuchsstationen ein regerer, und zwar ein mehr wissenschaftlicher Geist in den landwirthschaftlichen Betrieb gebracht worden ist, dass ihr systematisches und methodisches Zusammenwirken bereits manches Problem chemischer und physiologischer Art aus dem Leben der landwirthschaftlichen Culturgewächse gelöst und manche Verbesserung im Gebiet des Pflanzenbaues und der Viehzucht angebahnt hat, wird Niemand zu läugnen vermögen. Was der Landwirthschaft möglich war, sollte das der Forstwirthschaft unmöglich sein? Wenn einzelne Landwirthe und landwirthschaftliche Vereine dergleichen Versuchsanstalten errichten und unterhalten konnten, sollte der Staat, der in den meisten Ländern der bedeutendste Waldbesitzer ist und der fast überall einen sehr ansehnlichen Theil seiner Einnahmen aus dem Walde bezieht, nicht dasselbe thun können, ja in seinem eigenen Interesse und nebenbei zur Förderung der Wissenschaft thun müssen? — Sachsen ist bereits so glücklich, im Gebiete seiner Staatswaldungen meteorologische Stationen zu besitzen. Es bleibt nur noch ein Schritt zu thun übrig, nämlich diesen meteorologischen Stationen auch noch forstliche Versuchsstationen beizufügen, welche hin und wieder wohl auch mit ersteren verbunden werden könnten. Freilich würde es nicht genügen, auf einzelnen Revieren oder bei einer forstlich-meteorologischen Station einen ständigen Pflanzenphysiologen oder Agriculturchemiker anzustellen, sondern es müsste mit der Versuchsstation auch ein Versuchsrevier verbunden sein, wo der Stationsdirigent die ihm passend erscheinenden Versuche im Grossen anstellen lassen könnte. Denn eine forstliche Versuchsstation ohne Versuchsrevier wäre eine ebenso unzweckmässige Einrichtung, wie eine Forstlehranstalt ohne Instructionswald. Es ist hier nicht der Ort, über die Einrichtung forstwirthschaftlicher Versuchsstationen ausführlich zu sprechen, aber so viel sei erlaubt, zu bemerken, dass weder ein Pflanzenphysiolog noch ein Chemiker von Fach Dirigent einer solchen Versuchsstation sein dürfe, sondern ein Forstmann, aber freilich nur ein naturwissenschaftlich und mathematisch gründlich-

durchgebildeter, dem oft noch ein Chemiker zur Seite stehen müsste. Demgemäss würden sich zu Dirigenten forstlicher Versuchsstationen namentlich junge Forstmänner eignen, welche neben dem Besitz der erforderlichen Kenntnisse und Fertigkeiten Liebe und Lust zur Wissenschaft haben und auch nach Absolvirung des Anstellungsexamens und nach Eintritt in die Praxis wissenschaftlich fortzuarbeiten und sich selbst wissenschaftlich fortzubilden gewillt sind. Sollen doch, wie manche Praktiker behaupten, dergleichen junge strebsame Männer, die übrigens nicht gerade häufig sind, „unpraktisch" d. h. im praktischen Forstdienst unbrauchbar sein! Gut denn, so stelle man sie als Dirigenten forstlicher Versuchsstationen an und gebe ihnen mit der Zeit die ihrer Anciennetät (wenn einmal dies Princip beibehalten werden soll) entsprechenden Gehaltszulagen und Rangerhöhungen, damit sie längere Zeit, wenn nicht für immer, auf demselben Versuchsrevier bleiben können. Der Staat oder auch die betreffenden Waldbesitzer würden dabei sicherlich keinerlei Schaden haben, zugleich aber eine ganz neue Forstcarrière geschaffen werden, welche eine vorzügliche Pflanzschule für forstnaturwissenschaftliche, forstmathematische und auch fachforstliche Lehrer an Forstlehranstalten werden könnte. Möchten diese Worte nicht ungehört verhallen! —

Zur Kenntniss der Roth- und Weissfäule.

(Erster Artikel.)

I. Geschichtliche Darstellung und kritische Beleuchtung der bisherigen Ansichten, Meinungen und Hypothesen.

Roth- und Weissfäule sind jedenfalls zwei nahe verwandte Zersetzungszustände des Holzkörpers stehender, lebender Bäume. Deshalb haben auch die meisten Schriftsteller, welche dieser beiden Krankheiten des Holzes gedenken, dieselben zusammen abgehandelt. Obwohl es aber kaum einen Zweifel erleidet, dass diese Krankheiten, welche den Gebrauchswerth des Holzes in jeder Beziehung so sehr herabsetzen, schon seit undenklichen Zeiten bekannt sein dürften, so findet man doch in der forstlichen und naturwissenschaftlichen Literatur früherer Jahrhunderte, selbst noch des vorigen, äusserst wenige und meist sehr unbestimmte Notizen darüber. Ich will daher in dieser historischen Einleitung die ältere Literatur unberücksichtigt lassen und hier nur die Angaben der wichtigeren Schriftsteller unseres Jahrhunderts zusammenstellen. Vorausschicken muss ich noch die Bemerkung, dass auch in der betreffenden Literatur des gegenwärtigen Jahrhunderts im Allgemeinen ziemlich wenig über die Roth- und Weissfäule zu finden ist, wenigstens in den selbstständigen Werken über Forstbotanik und Forstbenutzung, wo man Mittheilungen darüber doch am meisten zu finden erwarten muss. Möglich, dass in der periodischen forstlichen Literatur öfter von der Roth- und Weissfäule in zerstreuten Mittheilungen und Notizen die Rede gewesen ist; diese genau durchzusehen habe ich jedoch unterlassen, einestheils weil es mir dazu an Zeit, zum Theil auch an Gelegenheit fehlte, anderntheils weil ich annehmen zu können glaubte, dass die in den forstlichen Zeitschriften etwa vorhandenen Mittheilungen und Ansichten über jene Holzkrankheiten nicht wesentlich von denjenigen verschieden sein werden, welche in den erwähnten selbstständigen Werken niedergelegt worden sind.

1. Den Reigen derselben eröffnet das schon in der Einleitung citirte „theoretisch-praktische Handbuch der Forstbotanik und Forsttechnologie" von Borkhausen (Giessen und Darmstadt 1800). Auf S. 288 des ersten Bandes sagt Borkhausen:

„Kernfäule ist die Krankheit, welche in einer trockenen Verwesung und Auflösung der innern Holzringe besteht, ohne dass man eine äusserliche Verletzung wahrnimmt. Sie ist eine Folge der bei jedem organischen Wesen endlich eintretenden Altersschwäche (*marasmus senilis*), eine Folge des im Mittelpunkte des Stammes aufhörenden Lebens und die Erfüllung der Verheissung, welche sich auf alles Lebende im Thier- und Pflanzenreiche erstreckt: Du sollst wieder zu Erde werden, von der du genommen bist. Sie kann durch keine Kraft abgewandt werden, sondern wird immer eintreten, wenn sich das natürliche Lebensende nahet; aber sie kann dadurch beschleunigt werden, wenn man Gewächse in solche Verhältnisse bringt, die ihrer Natur nicht angemessen sind und ihren früheren Tod befördern."

Bezüglich der Fichte bemerkt Borkhausen S. 385:

„Steht der Baum in einem feuchten oder gar sumpfigen Boden, so wird das Holz röthlich. Diese Bäume wachsen zwar schneller, als die auf trockenem Boden stehenden, allein sie dauern nicht so lange und bekommen früher die Kernfäule (werden früher rothbüchig)."

Borkhausen unterscheidet nicht zwischen Roth- und Weissfäule, seine Beschreibung lässt aber keinen Zweifel darüber, dass er beide Holzkrankheiten unter seiner Kernfäule versteht, welche er also für eine Folge der Altersschwäche und ungeeigneten Standorts erklärt, eine Ansicht, die sich wie ein rother Faden durch die Literatur bis auf die neueste Zeit hindurchzieht.

2. Reum, weiland Professor an der Tharandter Akademie sagt auf Seite 112 seiner Forstbotanik (erste Aufl. Dresden, 1814):

„Wenn aus irgend einem Grunde das Kernholz oder auch nur einige Jahresringe zu schnell erwuchsen oder nicht gehörig ausgebildet wurden, so stirbt solches Holz ab und geht in eine gewisse Fäulniss über. Diese Fäulniss greift nach und nach mehr um sich und der Stamm zeigt die Rothfäule. Wird dagegen ein Stamm verletzt, dass die Wunde nicht wieder ausgeheilt werden kann, so geht das freiliegende Holz in die Weissfäule über und diese Fäulniss verbreitet sich auf- und abwärts im Stamme."

Nach Reum entsteht demnach die Rothfäule durch zu schnelles Wachsthum oder nicht gehörige Ausbildung des Kernholzes, die Weissfäule in Folge äusserer, nicht zu heilender Verletzungen. Erstere Ansicht ist jedenfalls sehr beachtenswerth und hätte längst durch comparative Versuche geprüft werden sollen. Dagegen steht der Reum'schen Annahme bezüglich der Weissfäule unter anderm die Thatsache entgegen, dass geharzte oder vom Wild geschälte Fichten, wenn solche überhaupt faul werden, so viel mir bekannt, niemals die Weiss-, sondern immer die Rothfäule bekommen, oder, um mich vorsichtiger auszudrücken, dass bei dergleichen Fichten das faulwerdende Holz immer eine rothbraune Färbung und keine weissliche zeigt.

3. Bechstein (Dr. Joh. Matthäus), weiland Director der Forst- und Landwirthschaftsakademie zu Dreissigacker, erklärt sich in seiner „Forstbotanik oder Naturgeschichte der deutschen Holzarten" (4. Aufl. Gotha, 1821), S. 87 bezüglich der Rothfäule folgendermaassen:

> „Man findet sie vorzüglich an Nadelhölzern und am meisten an den Fichten. Wenn die Fichten einen zu fetten Boden oder zu viel Nahrung haben, grosse Splintringe anlegen, die gegen den Kern zu nicht gehörig verdichten, daher immer Säfte einziehen, diese endlich in Gährung übergehen, so entsteht daraus ein Faulen oder Verstocken der nächsten Jahrringe nach dem Kern, der Baum verliert sein frisches Wachsthum und stirbt vor der Zeit ab. Man findet daher z. B. auf fettem Kalkboden oft Fichtendistricte, die in 40 Jahren oft so hohe und starke Bäume zeigen, als andere in 80 Jahren; allein wenn sie umgehauen werden, so sind sie inwendig roth, an- oder ausgefault und das Holz ist wegen seiner schwammigen Substanz zum Bauen und zur Feuerung untauglich."

Bechstein unterscheidet Rothfäule, Kern- und Weissfäule. Auf Seite 90 sagt er nämlich:

> „Die Kernfäule ist Folge des nach und nach erfolgenden Absterbens der Organe in den um den Kern herum befindlichen Holzringen. Aeussere Schäden, abgebrochene oder abgefrorene Aeste, können durch die äusseren Reize der Luft und Feuchtigkeit die Veranlassung sein, dass die in den Organen befindlichen Säfte nicht mehr in die Höhe steigen (?), in Gährung und Fäulniss gerathen und die festen Theile mit sich zugleich auflösen. Nach und nach geht diese Krankheit in eine Entzündung über, die von innen nach aussen um sich greift, die erst gebildeten Splinttheile auffrisst und so den Tod des Gewächses befördert. Es ist dies der eigentliche Tod

des Holzgewächses, der aber durch äussere Umstände beschleunigt werden kann." — „Was die Kernfäule von innen nach aussen bewirkt, das thut die Weissfäule von aussen nach innen. Die durch äussere Umstände, z. B. in zu magerm oder zu fettem Boden, oder durch Verletzungen, vorzüglich in der Stamm- und Wurzelgegend, verminderte Reizbarkeit verursacht eine Auflösung des Kohlenstoffs (?!), die immer weiter um sich greift und die Holzpflanzen nach und nach von aussen nach innen oder stellenweise in ihrem Umkreise tödtet. Das Holz wird dadurch leicht, stockig, mulmig und weisser."

Nach Bechstein ist also die Rothfäule eine wirkliche Krankheit, hervorgebracht durch zu fettem Boden, die Kernfäule ein naturgemässes, durch das zunehmende Alter bedingtes Absterben und Verwesen des Holzes von innen nach aussen, die Weissäule eine durch äussere Umstände veranlasste, von aussen nach innen erfolgende Zersetzung des Holzes.

4. Hartig (Georg Ludwig), weiland Königl. Preuss. Oberlandforstmeister, bespricht in seinem „Lehrbuch für Förster", im 2. Bande (siebente Auflage. 1827), auch die Roth- und Weissfäule. Er sagt:

„Die Fäulniss entsteht entweder durch äussere Verletzung, oder durch Stockung der Säfte, oder durch Altersschwäche, oder nach dem völligen Absterben der Pflanze. Wenn sie sich im Mittelpunkte eines Baumes findet, so nennt man sie Kernfäule, und je nachdem die verdorbene Masse eine weisse oder röthliche Farbe hat, nennt man dergleichen Holz weiss- oder rothfaul. — Zuweilen kommt aber auch der Fall vor, dass bei ungünstiger Witterung die Jahrringe in einem Baum nicht gehörig verholzen und dann erst mürbe und endlich weissfaul werden. Dergleichen Holz nennt man mondringlich. Auch entstehen an alten, sonst noch ganz gesunden Bäumen oft kleine Faulflecke, worauf Schwämme wachsen, unter denen die Fäulniss immer weiter um sich greift. Dergleichen Bäume nennt man Schwammbäume.

Hier sind offenbar sehr verschiedene Zustände der Holzzersetzung zusammengeworfen, wodurch die ganze Darstellung unklar wird. Die Erklärung der Mondringe läuft auf die Reum'sche Ansicht von der Entstehung der Rothfäule hinaus. Unbegreiflich erscheint es, dass diese Darstellung sich auch in den späteren von Th. Hartig besorgten Ausgaben (z. B. in der 8ten vom Jahre 1840) noch wörtlich abgedruckt findet.

5. Hartig (Theodor), herzogl. braunschw. Forstrath, der einzige Forstmann (so weit mir bekannt), welcher das roth- und weissfaule Holz einer mikroskopischen Untersuchung unterworfen hat, sucht die Ursache der Roth- und Weissfäule in einem von ihm in solchem Holze entdeckten, das Gefüge des Holzgewebes, den „Kitt" der Zellen zerstörenden Pilze oder vielmehr darin, dass sich die Holzfaser selbst in jenen Pilz umwandle, den er Nachtfaser (*Nyctomyces*) genannt hat, weil er im Innern des geschlossenen Holzkörpers, folglich in absoluter Abwesenheit des Lichts, in tiefer Nacht vegetirt. Hartig hat die Resultate dieser mühsamen, zweijährigen Forschungen in seiner Schrift: „Abhandlung über die Verwandlung der polycotyledonischen Pflanzenzelle im Pilz- und Schwammgebilde und die daraus hervorgehende sogenannte Fäulniss des Holzes" (Berlin, 1833), niedergelegt. Er findet die erste Ursache der Pilzentwickelung in der „Functionslosigkeit innerer Organe." Er sagt Seite 18:

„Dieser Zustand entsteht unbedingt in einem gewissen Alter des Organisationstheils, kann aber auch durch äussere Ursachen, die störend in die Vegetation der Pflanze eingreifen, früher herbeigeführt werden. Ungünstige Witterungs- und Standortsverhältnisse, Insektenbeschädigungen oder andere die Vegetation des Baumes momentan unterbrechende Ursachen können bewirken, dass die Organe der in demselben Jahre gebildeten Holzschicht nicht denjenigen Grad von Ausbildung erlangen, der für ihr Fortbestehen unbedingt nothwendig ist. Ist die Ursache der mangelhaften Ausbildung vorüber, und legen sich um die kranke Jahresschicht wieder gesunde Ringe, so entsteht diejenige Krankheit des Baumes, welche wir mit dem technischen Ausdruck der Kernschäle oder Mondringe bezeichnen. Die cylindrischen Räume zwischen den gesunden Ringen sind mit der Nachtfaser in hohem Grade und bis zur Herausbildung lappiger Häute durchflochten. — Aber auch unmittelbare Beschädigungen des Baumes mit der Axt oder dem Messer können, jedoch nur unter der Bedingung, dass die Wunde wieder mit neuer Rinde bedeckt wird oder überwallt, die Ursache der innern Pilzbildung sein. Wir finden in knotigen Erhabenheiten der Rinde alter Buchenstämme, am häufigsten in abgehauenen oder abgebrochenen, später überwallten Aesten eine gelbliche oder bräunliche schwammige Masse, welche in cylindrischen Stücken, zuweilen von mehrern Fuss Länge und 6—8 Fuss (soll wohl heissen Zoll) Durchmesser das Innere des Astes bis zur Splintschicht ausfüllt und sich mehr oder weniger tief in das Holz des Stammes hineinzieht. Diese schwammige elastische Substanz ist

der schon längst als Zündmaterial bekannte sogenannte verborgene Schwamm (Knips der sächsischen Forstleute). Dem Baume entnommen und im Zimmer oder selbst in der feuchten Luft der Keller aufbewahrt, erhält er sich Decennien hindurch unverändert. Wird er hingegen an seinem Entstehungsorte der ihn bedeckenden Holz- und Rindenschicht beraubt, so löst er sich in kurzer Zeit in eine braune Jauche auf, die ich näher zu untersuchen noch nicht Gelegenheit fand. Unter dem Mikroskop erkennen wir diese schwammige Masse als eine Anhäufung unserer Nachtfaser, die jedoch hier undurchsichtig braun gefärbt ist. Obgleich sich bei lange fortgesetzter Maceration das Wasser oder der Alkohol braun färbt, so hat es mir doch auf keine Weise gelingen wollen, das die Faser färbende Princip hinwegzuschaffen. Aus meinen Beobachtungen über die allmählige Herausbildung dieses Pilzes geht aber klar hervor, dass er nur eine Modification der Nachtfaser ist. Die ganze Masse der Fäden ist ineinander gefilzt und mit Ueberresten der Zellenmembranen durchmengt, welche um so deutlicher in der ursprünglichen Stellung und Verbindung erscheinen, je unvollkommener die Pilzbildung, je härter und holziger das Stück ist. Also auch hier ist das Entstehen der Nachtfaser an eine vorausgegangene gewaltsame Unterbrechung der Function der Zellen und Gefässe gebunden. Aber nur unter der Bedingung, dass die Astverletzung sich mit neuer Rinde bedeckt, findet die Herausbildung statt. Ist der Ast splitterig gebrochen, oder verhindert sonst ein anderer Umstand das völlige Ueberwallen, so ist der Gang der Zerstörung des Holzes von dem, welcher das Holz eines Balkens erleidet, in nichts verschieden. Dies hat wahrscheinlich darin seinen Grund, dass zum Entstehen der Nachtfaser ein beständig fortdauernder Andrang des Pflanzensaftes unbedingt nothwendig ist, was nur unter der Bedingung des Ueberwallens möglich wird, da alsdann neue Holz- und Bastschichten gebildet werden, welche die Saftcirculation im Umkreise des Astes erhalten. Functionslosigkeit der Organe allein ist daher nicht hinreichend, die Pilzbildung hervorzurufen, wir müssten diese sich dann auch in Balken oder Brettern entwickeln sehen. Der fortdauernde Andrang des Pflanzensaftes, der auf mechanischem Wege sich den erstorbenen Zellenmembranen mittheilt, muss diese zur zurückschreitenden Metamorphose und Pilzentwickelung disponiren. Feuchtigkeit allein reicht ebenfalls nicht hin, die Pilzentwickelung zu fördern. Es scheint mir, als müsste es nothwendig Pflanzensaft sein; denn weder im

feuchten, noch im nassen Holze des gefällten Baumes geht diese Bildung vor sich. Die Verbreitung vorhandener Pilzfasern hört von dem Augenblicke an gänzlich auf, wenn die Saftcirculation des ganzen Baumes erstirbt. (?)"

Hartig nimmt also an, dass zur Entwickelung des das Holzgewebe zerstörenden Pilzes (der Nachtfaser) eine Störung der Zellenfunctionen nöthig sei, welche ihrerseits theils durch das Alter des Baumes, theils durch äussere ungünstige Einflüsse der verschiedensten Art herbeigeführt werden können. Daraus ergiebt sich von selbst, dass seine Nachtfaser, wenn sie auch das Holz zerstört, dennoch nicht die erste Ursache der verschieden benannten Zersetzungsweisen des Holzes sein kann, diese vielmehr in andern Verhältnissen begründet sein muss. Als solche lässt auch Hartig, wie schon erwähnt, hohes Alter, äussere Verletzungen und ungünstige Standortsverhältnisse gelten und insofern unterscheidet sich seine Ansicht nicht wesentlich von den schon früher aufgestellten. Die Zerstörung des Holzes durch den Pilz bezeichnet er als ein „allmählig vom Kern nach der Rinde zu fortschreitendes Vermorschen und Zerfallen" desselben. Und zwar glaubt er gefunden zu haben, dass die Zellenmembranen selbst sich in Bläschen (Monaden) lösen, welche sich zu Pilzfäden aneinander reihen, die ihrerseits nun wieder selbstständig vegetiren und fortwuchernd auch das noch lebensthätige Holzgewebe zerstören und dessen Zerfallen veranlassen. Diese Ansicht, der zu Folge die Nachtfaserpilze durch Urzeugung entstehen, ist ebenso eigenthümlich, als die in derselben Schrift ausgesprochene Meinung, dass auch die Zellenmembran bei ihrer Entwickelung durch Aneinanderreihung von Bläschen (Monaden) gebildet werden. Ohne hierauf weiter einzugehen, sei noch mitgetheilt, wie Hartig die durch die Nachtfaser hervorgebrachte Zerstörung des Holzes und die Gestaltung des Pilzes beschreibt. Er sagt auf Seite 1 u. fgl. des gedachten Werkes:

„Die technischen Ausdrücke: Stammfäule — Kernfäule — Rothfäule — Weissfäule — Kernschäle — verborgener oder innerer Astschwamm — bezeichnen diejenigen Zustände des Holzes, in denen die Pilzbildung sich entwickelt hat. Die Organisation der von der Pilzbildung ergriffenen Jahreslagen zeigt sich nach den Graden der Entwickelung mehr oder weniger zerstört. Es bilden sich in der Holzmasse zuerst kleine Höhlungen, die sich allmählich erweitern, bis sie mit den benachbarten Räumen zusammenfallen und ein Vermorschen, ein Zerfallen der Holzmasse in sich selbst, bewirken, wodurch dann der Stamm oder Baumtheil endlich hohl, oder, wie beim verborgenen Astschwamm, mit einer schwammartigen Masse

ausgefüllt wird. Die Räume zeigen sich mit einem Pilzgeflecht mehr oder weniger durchwebt, oft nur mit einigen Fasern, oder, wie bei der Kernschäle, mit lappigen, Telephoren ähnlichen Häuten durchzogen, oft ganz damit ausgefüllt, bis zur Herausbildung lappiger, dem Tode'schen *Xylostroma* ähnlichen Häute. Im unvollkommenen Zustande ist die Bildung der Pilzfaser in allen Holzarten ein und dieselbe — eine aus runden oder länglichen Bläschen bestehende, richtungslos verzweigte, in einander fliessende Faser von 0,04 bis 0,03 Par. Linien im Durchmesser. Im ausgebildeten Zustande hingegen weicht die Bildung der Faser in den verschiedenen Holzarten wesentlich von einander ab. — Die Nachtfasern entstehen und vegetiren nur im Innern des Holzes, oft von 20—30 gesunden Jahreslagen bedeckt — abgeschlossen von äusserer Luft und Licht. Nie und unter keiner Bedingung treten sie freiwillig, durch eigene Vegetation aus dem Holze hervor und mit der äusseren Atmosphäre in Berührung. Im Gegentheil zersetzen sie sich allmählig, wenn sie gewaltsam ihr ausgesetzt werden, jedoch nicht plötzlich, wie die unterirdischen Faserpilze (*Byssus Link*), sondern sehr langsam und nur unter Mitwirkung der Feuchtigkeit. — Endlich findet die Nachtfaser sich nie in der Splintschicht der Bäume, diesem wahren Bildungsorte im Licht vegetirender Pilze und Schwämme, sondern stets nur im verhärteten, gänzlich verholzten Baumtheile. — Mir ist keine Pilzgattung bekannt, an die sich die Form der Nachtfasern passend anreihen liesse. Die Verhältnisse ihres Vorkommens und der Mangel einer Sporenbildung (!) trennen sie scharf von allen andern Pilzen."

Noch muss erwähnt werden, dass Hartig in seinem Fundamentalwerke über die Nachtfasern nur die Rothfäule, Kernschäligkeit u. s. w der Kiefer (*Pinus silvestris*) und nebenbei die Weissfäule und den verborgenen Astschwamm der Rothbuche beschreibt und nur beiläufig erwähnt, dass Weissfäule auch in der Eiche, Birke, Kiefer und in einigen Obstbäumen vorkomme. Von der Rothfäule der Fichte und auch der Eiche ist nirgends die Rede, ja der Rothfäule der Fichte wird merkwürdiger Weise auch in Hartig's späteren Schriften, so weit mir bekannt, nicht Erwähnung gethan.

In einer zwei Jahre später erschienenen Abhandlung „über Stärkemehl und andere Pflanzenbestandtheile" in Erdmann's Journal für praktische Chemie (V. Band. Leipzig, 1835) stellt Hartig über die Entstehung der Nachtfaserpilze eine andere Ansicht auf, indem er dieselben nicht mehr unmittel-

bar aus der Holzzellenmembran, sondern aus den in den Holzzellen vorhandenen Stärkemehlkörnern hervorgehen lässt. Er sagt Seite 222:

„Vorzüglich erhält das Stärkemehl des Holzes eine überaus wichtige Bedeutung in technischer Hinsicht als Princip der Zerstörung des Holzes. Wie das Stärkemehl der Samen und Knollen unter freier Einwirkung von Feuchtigkeit, Wärme und Luft so leicht und rasch zur Mutter niederer Pilzformen wird (?), so ist auch das Stärkemehl des Holzes unter entsprechenden Bedingungen die Ursache eines Werdens niederer Pilzformen im Innern des Holzkörpers selbst.*) Die Zustände, in welche durch die Vegetation dieser, nur dem Holzkörper eigenthümlichen Pilzgebilde das Holz versetzt wird, sind schon lange gekannt und wurden mit den technischen Ausdrücken Roth- und Weissfäule, Roth- und Weissstreifen, verborgener Zunder, Astschwamm, im verarbeiteten Holze mit dem Namen Trockenmoder bezeichnet; — die bisher unbekannte Ursache dieser Zustände wurde von mir bereits vor mehrern Jahren in einer Abhandlung (obige Schrift) erörtert. Die nur dem Innern des Holzkörpers angehörenden, nie äusserlich auftretenden Pilzformen des Holzes bezeichnete ich dort mit der Benennung Nachtfaser (*Nyctomyces*), die aus ihrer Vegetation hervorgehende Krankheit lebender Bäume mit dem Ausdruck: Enantheme."

---

*) Dieser Ansicht huldigt Hartig noch jetzt. Im Jahrgang 1864 der Verhandlungen des Harzer Forstvereins beschreibt er zwei bei der Nadelbräune der Fichte vorkommende Blattpilze, deren einer, das *Peridermium elatinum* Rabh. leuchtend goldgelbe Bläschen auf den Fichtennadeln bildet. Das im Innern derselben eingeschlossene Mycelium soll nach Hartigs Beobachtungen aus den Stärkemehlkörnern der Zellen des Nadeldiachyms entstehen. Hartig bemerkt dabei: „Ich finde daher auch hier wieder eine Bestätigung meiner aus directen Beobachtungen schon vor 30 Jahren abgeleiteten Ansicht, dass Pilzfasern oder in besondern Fällen das Mycelium exanthemer Pilzformen, im Innern der Pflanze aus einer Umbildung dieser letztern angehörenden Pflanzentheile entstehen können, ohne Mitwirkung von aussen eindringender Keime. Dass diese und ähnliche entophytische Bildungen Ursache der Krankheit des Blattes, des Samenkornes, des Holzes sei, bezweifle ich. Die Ansicht, dass sie Folge vorhergegangenen Absterbens der entsprechenden Pflanzentheile sei, ist eine nothwendige Folge der Thatsache, dass die entophytischen Gebilde metamorphischer Natur sind, dass sie aus für die Mutterpflanze abgestorbenen, organisirten Bestandtheilen derselben hervorgehen, meist den körnigen oder bläschenförmigen Bestandtheilen des Zelleninhalts doch auch den gelösten Molecülen der Zellwandung entstammend. Dies setzt aber ein Absterben jener Körper in Bezug auf die Functionen der Mutterpflanze voraus, Folge eines, wenn auch nur localen krankhaften Zustandes. Die Genesis der Pilzbildung im Innern lebender Pflanzen lässt sich definiren: als eine Fortsetzung jenes Umbildungsstrebens an Pflanzentheilen, die durch Krankheitszustände einzelner Organe oder ganzer Organsysteme den normalen Verrichtungen des Mutterkörpers entzogen wurden und einer niederen Entwickelungs- und Fortbildungssphäre verfallen." Die Zeit wird lehren, ob diese mit den übrigen neuesten Forschungen über parasitische Pilze schwer zu vereinigende Ansicht die richtige ist.

In der zweiten 1836 herausgekommenen Auflage des von G. Ludwig und Th. Hartig herausgegebenen „forstlichen und forstnaturwissenschaftlichen Conversationslexikons“ findet sich unter dem Artikel „Krankheiten der Holzpflanzen“ bezüglick der Nachtfasern folgende Auslassung:

> „Es entstehen diese Pilzfasern in den abgestorbenen Pflanzentheilen ohne vorhergegangenes Zurückschreiten der Organe zum formlosen Bildungsstoff, theils durch lineares Aneinanderreihen der gelösten Membranbläschen zur Faser; theils vegetirt die Spiralfaser unmittelbar aus Pilzfäden, theils ist es die ganze Baströhre, welche ihres Holzkittes beraubt, als Luftalge (?) im Innern des Stammes auftritt. Die einmal gebildete Pilzfaser verzehrt den Holzkitt der benachbarten Jahrringe, wurzelt in diese hinein und verfrüht so das Absterben derselben. Roth- und Weissfäule sind Zustände des Holzes und der Bäume, welche durch die Vegetation dieser Pilzfasern hervorgerufen werden.“

Endlich bemerkt Th. Hartig in seinem grossen 1840—1846 erschienenen forstbotanischen Werke: „Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands“ bei der Eiche:

> „Roth- und Weissfäule der Eiche, die nie in einander übergehen (?), sondern stets die Folge der Entwickelung verschiedener Nachtfaserpilze sind, die Weissfäule des *Nyctomyces candidus*, die Rothfäule des *Nyctomyces fuscus*, zeigen sich häufiger bei Eichen, als bei andern Holzarten. Das ist aber natürliche Folge des hohen Alters, welches man diesen Pflanzen erreichen lässt.“

Fassen wir zusammen, was Th. Hartig in den angezogenen Schriften bezüglich der Roth- und Weissfäule niedergelegt hat, so werden nach ihm **diese Holzkrankheiten durch specifisch verschiedene Nachtfaserpilze hervorgebracht, welche durch Umwandlung, sei es der Membran, sei es des Stärkemehls der Holzzelle in Folge einer aus irgend welcher Ursache eintretenden Functionslosigkeit der Zellen des Holzgewebes unter dem Einfluss des Saftes der lebenden Pflanze entstehen, und durch ihr Weiterwuchern auch das noch gesunde Holz zerstören. Die Nachtfasern sind demnach Parasiten, aber hervorgegangen aus dem Holz durch Urzeugung.**

6. Während Wiegmann (Dr. A. F., Professor in Braunschweig), in seinem Buche: „Die Krankheiten und krankhaften Missbildungen der Gewächse“ (Braunschweig, 1839) S. 73 ff. auf die im Vorstehenden mitgetheilten Untersuchungen Hartig's grosses Gewicht legt und seinen Ansichten bezüglich der Roth- und Weissfäule vollkommen beipflichtet, haben die Forstleute

wenig Notiz von denselben genommen. Die meisten forstlichen Schriftsteller neuerer Zeit ignoriren sie ganz, wenige erwähnen sie beiläufig, mehr als Curiosum, einige läugnen entschieden die Möglichkeit, dass mikroskopische Pilze die Ursache jener Holzkrankheiten sein könnten und erklären dieselben für zufällige Organismen, die aus faulem Holz entstehen. Ob die Forstleute gut gethan haben, die Hartig'schen Untersuchungen so wenig zu beachten? — Mancher hat über die Nachtfasern gespottet, aber keiner sich die Mühe genommen, Hartig's Untersuchungen durch Wiederholung derselben zu prüfen. Folglich ist auch Hartig's Ansicht über die Roth- und Weissfäule bis auf den heutigen Tag noch von keinem Forstmann widerlegt, und da Hartig selbst in neuerer Zeit sich nicht mehr mit diesem Gegenstande beschäftigt hat, so ist unsere „wissenschaftliche" Kenntniss jener Holzkrankheiten seit 20 Jahren nicht um einen Schritt weiter gediehen. Wie ganz anders würde es sein, wenn man auf Grund der Hartig'schen Untersuchungen auf demselben Wege weiter geforscht hätte! —

7. Kützing (Professor in Nordhausen) bespricht im I. Bande seiner „philosophischen Botanik" (Leipzig, 1851) die Weissfäule und versucht auf Grund mikrochemischer Forschungen eine chemische Erklärung dieser Holzkrankheit. Er behauptet, gestützt auf eigene directe Untersuchungen, dass in dem normal vegetirenden Baume und zwar schon nach dem ersten Lebensjahre eine Umwandlung der Holzzellenmembran in Bassorin eintrete. Er erklärt nämlich die allerdings nicht zu läugnende Thatsache, dass die Membran der Holzzelle schon in den über ein Jahr alt gewordenen Holzpflanzen sich bei Behandlung mit Jod und Schwefelsäure (oder mit Chlorzinkjodlösung) nicht mehr blau färbt, wie reine Cellulose, woraus z. B. auch die ganz junge Holzzelle besteht, aus einer theilweisen Umwandlung der Zellenmembran in Bassorin, während die Meinung der übrigen Physiologen dahin geht, dass die ursprünglich aus Cellulose bestehende Membran der Holzzelle Holzstoff (Lignin) aufnimmt, von solchem mehr oder weniger durchdrungen wird, in Folge dessen sie die der vollkommen ausgebildeten Holzzelle eigenthümliche Härte, Seifigkeit u. s. w. erhält. Dass dies nun wirklich bei der Ausbildung der Holzzelle vor sich geht, ist durch zahlreiche mikrochemische Untersuchungen und chemische Analysen ausser Zweifel gestellt, weshalb von einer „Ansicht" hier kaum mehr die Rede sein kann. Hierbei ist zu bemerken, 1) dass nach Mulder Lignin und Bassorin isomere Verbindungen sind; 2) dass das Bassorin nach neuern chemischen Untersuchungen eine sehr unbestimmte und in Cellulose und Lignin übergehende Substanz ist, dass demnach 3) es ziemlich gleichgültig erscheint, ob man den in der Membran der Holzzelle bei deren Verholzung auftretenden Stoff,

welcher sich mit Chlorzinkjodlösung nicht blau färbt, als Bassorin oder Lignin bezeichnen will. Kützing erklärt sich nun bezüglich der Weissfäule auf Seite 207 seines schätzenswerthen Buches folgendermassen:

> „Bei der Weissfäule treten dieselben Erscheinungen in der Zellensubstanz ein, wie im normalen Zustande, aber da diese Veränderung eine Folge grösserer Feuchtigkeit ist, welche gleichsam in den fertigen Zellen, oder eigentlich in den Intercellularräumen des Gewebes stagnirt, so finden die Veränderungen nicht nur schneller statt, sondern greifen auch in so fern noch weiter, als die äusseren Zellenschichten, wenn sie in Bassorin übergegangen sind, sich auflockern und allmälig auflösen, wodurch der feste Zusammenhang der Zellen und Gefässe aufgehoben und das Holz in eine weiche schwammige Masse verwandelt wird."

Von einer Pilzbildung erwähnt Kützing nichts, was sehr auffallend erscheint, da derselbe ein ebenso ausgezeichneter Mikroskopiker als Algo- und Mykolog ist. Demnach muss Kützing bei seinen Untersuchungen des weissfaulen Holzes die Hartig'sche Nachtfaser entweder gar nicht gefunden haben oder dieselbe gar nicht für einen Pilz, sondern vielleicht für veränderte Holzfaser halten. Nach seiner angeführten Auslassung scheint er die Weissfäule für eine Folge abnormer Wasservermehrung im Holze (welche z. B. durch äussere Verletzungen oder nassen Standort herbeigeführt werden könnte) zu halten, durch welche eine rasche Verwandlung der Zellmembran in Bassorin und in Folge davon eine Auflockerung des Zellgewebes bewirkt wird.

8. Im Septemberhefte des Jahrgangs 1852 der Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung findet sich ein ausführlicher Aufsatz „über die Stockfäule in Fichtenwaldungen". Der ungenannte Verfasser hat sich nach der bei den praktischen Forstmännern beliebten Manier aus seinen „Erfahrungen" eine Hypothese gebildet, welche er sogar chemisch und physiologisch zu begründen versucht, wobei er freilich nicht allzuglücklich gewesen ist. Er hält den gedrängten Stand für die hauptsächlichste Ursache der Fichtenstockfäule, weil in dicht geschlossenen Fichtenwäldern nach Vollendung des Höhenwuchses in Folge der Verminderung des Kronenumfangs und der Respirationsorgane (Nadeln) ein Missverhältniss zwischen Krone und Wurzeln stattfinde und dadurch das Gleichgewicht zwischen Aufnahme und Ausscheidung des Sauer- und Wasserstoffes (?) gestört werde. Er hat sich überhaupt aus seinen Erfahrungen und Beobachtungen folgende Grundsätze bezüglich dieser Krankheit gebildet:

„1. Die Stockfäule ist immer die Folge ungenügender oder gänzlich gehemmter Ausscheidung des Wasser- und Sauerstoffs (?);
2. Diese Ausscheidung geschieht durch die Nadeln als Respirationsorgane, und alle Einflüsse, welche die Bildung dieser verhindern, betrachten wir als Factoren, deren Product die Stockfäule bildet;
3. Deshalb halten wir den gedrängten Stand als vorzüglichste Ursache der Stockfäule, und können den unpassenden Standort nur als begünstigend und nur ausnahmsweise als alleinige Ursache (?) ansehen;
4. Die Stockfäule tritt um so rascher auf, je unfruchtbarer der Boden, je unpassender der Standort und je dichter der Schluss der Bestände von Jugend auf ist."

Man möge mir erlauben, diese in apodiktischer Weise ausgesprochenen Sätze etwas näher zu beleuchten. Punkt 1 gründet der Verfasser auf folgende Voraussetzungen:

„Die Fäulniss organischer Körper wird erzeugt durch den Einfluss der Luft, des Wassers und der Wärme. Letzeres Reagens (?) lassen wir sofort fallen, nachdem dasselbe für unsere Zwecke ohne Bedeutung (?) ist. In der Luft und dem Wasser ist es der Sauerstoff, der vermöge seiner Verwandtschaft immer strebt, neue Verbindungen mit den Stoffen einzugehen, welche nicht oder nur unvollkommen mit Sauerstoff verbunden sind, und dadurch die Erscheinung des Faulens hervorbringt (?!). Die Ernährung der Pflanzen geschieht durch die Wurzeln und Blätter. Diese Organe nehmen als vorzüglichstes Nahrungsmittel Kohlensäure und Wasser auf. Die Kohlensäure wird in der Pflanze in ihre einfachen Stoffe (Kohlen- und Sauerstoff) zerlegt, der erstere assimilirt und als Bildungsstoff verwendet, der letztere durch die Blätter ausgeschieden. Derselbe chemische Prozess geht mit dem aufgenommenen Wasser vor sich, welches in Wasser- und Sauerstoff zerlegt wird. Der letztere wird sodann durch die Blätter gänzlich absorbirt (?), ersterer als Bildungsstoff verwendet, und was hierzu nicht nothwendig ist, gleichfalls durch die Blätter ausgedunstet (?!). Der gesunde Zustand einer Pflanze dauert demnach nur so lange, als dieselbe im Stande ist, die bemerkte chemische Zersetzung und Ausscheidung zu bewirken; anderen Falls ist dieselbe krank durch abnorme Säftemischung gleich dem thierischen Körper, und der nicht ausgeschiedene Wasser- und Sauerstoff bringt die Erscheinung des Faulwerdens hervor (?!)."

Der Verfasser geht hier von Voraussetzungen aus, die durch Nichts bewiesen sind, ja sogar zum Theil mit den schon damals bekannten Ergebnissen der physiologischen Forschung in directem Widerspruch stehen*) und vor dem Richterstuhl der Chemie wohl schwerlich Gnade finden würden. Wir wollen hier der Chemie nicht ins Handwerk pfuschen, vermögen aber nicht zu begreifen, wie das Nichtausgeschiedenwerden von Sauer- und Wasserstoff Fäulniss in der Pflanze bewirken soll**). Sind aber die Prämissen falsch, wie kann der Schluss richtig sein? Es fällt also der erste der obigen vier Sätze in sich selbst zusammen, mit diesem aber auch der zweite und dritte, weil diese aus dem ersten abgeleitet sind. So bleibt blos der vierte Satz übrig, in welchem „Erfahrungen" ausgesprochen werden, die, den dichten Schluss der Bestände ausgenommen, schon von frühern Schriftstellern angeführt worden sind. Gestützt auf diese Sätze, folgert der Verfasser weiter, „dass die natürliche Verjüngung der Fichtenwaldungen durch Dunkelschläge (oder zu gedrängte Saaten, wie die Redaction dazu bemerkt) die grössere Ausdehnung der Stockfäule zur Folge haben müsse und dass für die Folge die Stockfäule noch mehr um sich greifen werde, wenn einmal unsere dermalen jungen, aus dichtem Anflug entstandenen Fichtenbestände einem höhern Alter sich nähern werden." Letzteres ist möglich, die Folgerungen selbst aber sind falsch, weil sie auf falschen Voraussetzungen beruhen. Der unbekannte Autor erwähnt zuletzt auch die Hartigschen Untersuchungen. Er äussert sich darüber wie folgt:

> „Schliesslich sei noch erlaubt, zu bemerken, dass die Stockfäule von Naturforschern auf den Grund mikroskopischer Untersuchung parasitischen Gebilden (Pilzfasern), welche im kranken Holze gefunden werden und den Holzkitt verzehren, zugeschrieben wird. Diese Pilzfasern, von Th. Hartig *Nyctomycetes* genannt — sollen die Roth- und Weissfäule hervorrufen. Wir gestehen gern ein, aus eigener Anschauung jene Untersuchungen nicht beurtheilen zu können (!), glauben aber nach unsern Erfahrüngen und Beobachtungen (?) die Pilzfasern nicht als Ursache, sondern als Folge der Stockfäulniss ansehen zu müssen. Wir haben schon sehr häufig beobachtet, dass an Waldsäumen vollkommen gesunde und noch junge Fichten, von den Aesten

---

*) Z. B. die behauptete Ausscheidung von Wasserstoff durch die Blätter. Eine Ausscheidung von Wasserstoffgas hat, so viel mir bekannt, blos A. v. Humboldt bei Fleischpilzen beobachtet und auch diese Beobachtung bedarf noch sehr der Bestätigung. Die höheren Pflanzen verdunsten Wasser, nimmermehr aber Wasserstoffgas.

**) Wir werden auf das Wesen der Fäulniss, wie solches durch die neuere Naturforschung festgestellt worden ist, später zurückkommen.

befreit, in wenigen Jahren gänzlich stockfaul wurden und es war dabei nichts Seltenes, dass die Stockfäule auf der Seite des Stammes zuerst beobachtet wurde, auf welcher die Entastung vorgenommen wurde. Diese und andere Erscheinungen dürften sich besser (?) erklären lassen, wenn die auffallend schnell eintretende Fäulniss von der Störung im Gleichgewicht des Respirationsprozesses, und nicht von dem durch Nichts erklärlichen urplötzlichen (?) Auftreten der Pilzfasern abgeleitet wird."

Da haben wir einen schlagenden Beweis für die in forstlichen Kreisen so häufig hervortretende Oberflächlichkeit und Unwissenschaftlichkeit bei der Beurtheilung von Naturerscheinungen! Anstatt die einzigen vorhandenen directen Untersuchungen zu respectiren, wie sie es verdienten und dieselben entweder selbst zu wiederholen oder durch andere wiederholen zu lassen, geht der Verfasser mit einem vornehmen: „wir glauben das nicht" darüber hinweg und zieht es vor, auf seine Wahrnehmungen hin eine Hypothese zu bauen, bei deren wissenschaftlich klingender Begründung er seine eigene Unwissenheit auf dem Gebiete der Chemie und Physiologie in krassester Weise bekundet! — Wie wenig stichhaltig übrigens die Behauptung des Ungenannten ist, dass gedrängter Stand der Fichten von Jugend auf die hauptsächlichste Ursache der Stockfäule dieser Holzart sei, geht unter Anderen aus einer von dem österreichischen Förster H. v. Plazay herrührenden Notiz im Aprilheft des Jahrganges 1853 der Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung (S. 160) hervor, woselbst der genannte Forstmann Erfahrungen und Beobachtungen aus Kärnthen mittheilt, welche der obigen Behauptung geradezu widersprechen! Natürlich muss auch er eine neue Hypothese aufstellen. Er sucht nämlich die Ursache der Rothfäule im Eisengehalt des Bodens oder vielmehr im Sauerstoff der im Boden befindlichen Eisenoxyde, Eisenoxydule oder anderer Stoffe (?). Dieser Sauerstoff soll durch einen chemischen Prozess (durch welchen denn?) frei und „in solchen Quantitäten in die Sauggefässe (?) der Wnrzeln aufgenommen werden, dass die Respirationsorgane denselben nicht mehr in dem erforderlichen Maasse fortzuschaffen im Stande sind und dadurch die Krankheit hervorgerufen wird." Es ist überflüssig, über diese Ungereimtheit ein Wort der Kritik zu sagen.

9. In demselben Jahrgange der allgem. Forst- und Jagdzeitung S. 393 finden sich „Bemerkungen über die Stockfäule in Fichtenwaldungen" von dem grossherzogl. oldenburgischen Förster Göring in Birkenfeld als Erweiterung und Zusatz auf und zu den von Herrn v. Plazay angeführten Behauptungen. Göring bestreitet mit Recht die Möglichkeit des Freiwerdens

von Sauerstoff in den Eisenoxyden und Oxydulen des Bodens ohne gewaltsame Zerstörung, vermag aber auch nichts weiter herauszufinden, als dass die Stockfäule nichts anderes, als eine chemische Auflösung, eine langsame Zersetzung der Holzfaser sei, mit einem Wort ein Krankheitsstoff (?), der durch eigenthümliche Verhältnisse hervorgerufen werde. Er bezweifelt ferner, dass klimatische Einflüsse die Rothfäule erzeugen sollten, stellt aber nicht in Abrede, dass eigenthümliche Bodenzustände, insbesondere die Beschaffenheit des Ober- und Untergrundes darauf influiren. Er glaubt daher die Stockfäule aus dem Zusammenwirken folgender Ursachen zu erklären: 1. aus der Mengen- und Mischungsverschiedenheit des den Obergrund bildenden Bodens, 2. aus der Zusammensetzung und Beschaffenheit des Untergrundes, hauptsächlich aber 3. aus dem nachtheiligen Umstand einer langjährigen Ueberdämmung der Fichtenbestände in der Periode ihrer ersten Jugend.

Abgesehen von der Oberflächlichkeit, welche die ganze Darstellung athmet, hat es der Verfasser eben auch blos zu einigen Hypothesen gebracht, welche für die geschilderten Verhältnisse richtig sein können, auf hundert andere aber nicht passen. Indessen lassen sich dergleichen Hypothesen immerhin hören. Ganz verunglückt ist aber die vom Verfasser ebenfalls versuchte „physiologische" Erklärung der Stockfäule. Man höre:

„Das ganze Wachsthum eines Baumes, seine innere und äussere organische Entwickelung und Ausbildung hängt davon ab, welchen Grad von Licht und Luft derselbe geniesst. So ist bekannt, dass ein Baum bei unterdrücktem Stande nur ein geringes oder fast gar kein Höhen- oder Seitenwachsthum hat und die Gefässe und Zellenbildung klein und unregelmässig (?) ist. Mit dem Eintritt des freiern Standes — wenn der Druck nicht zu lange gedauert hat — beginnt in der Regel eine lebendigere Vegetation, die sich äusserlich und innerlich wahrnehmen lässt. Ueber die kleinen unregelmässigen Gefässe und Zellen lagern sich bei vermehrtem Zuflusse der Nahrungssäfte grössere und regelmässigere (?); es beginnt mit einem Mal ein erhöhter Lebensprozess. Die verkümmerten inneren Holzlagen, die sich bei dem unterdrückten Wachsthum bildeten, sind wesentlich verschieden von den späteren, eine ungleiche Fortleitung, eine veränderte Umbildung der Säfte, durch die Verschiedenheit der Organe veranlasst, muss nothwendig eintreten (?) und früh oder spät an der Stelle krankhafte Erscheinungen zur Folge haben, wo die Verschlingung der Gefässe (?), ihr Zusammenströmen (?) am stärksten ist. Und

dieses ist gerade der Fall am Wurzelstocke, wo die zuführenden und einmündenden Wurzelparthieen sich vereinigen (!). Deshalb ist es auch erklärlich, weshalb hier zunächst die Stockfäule auftritt. — Die Sauerstofftheorie — wie man sie eigentlich nennen könnte — oder die Ueberfüllung der Sauggefässe (?) durch grosse Quantitäten freigewordenen Sauerstoffes, findet nur im Einklange mit der eben entwickelten Ansicht eine vernünftige Erklärung (?), wenn, was ich indessen bestreite, das Oxygen überall in grossen Massen im Boden sich zu entwickeln vermag. Jedenfalls ist mir's nicht erklärlich, warum bei dem bekannten Vermögen, das die Saug- und Fortleitungsorgane haben, den Sauerstoff in die höheren Parthieen des Baumes überzuführen, bei seiner Ablagerung (?!) nicht ebenfalls und gleichzeitig mit dem Erscheinen im Wurzelstocke die Fäule sich einstellen sollte."

Woher weiss denn der Verfasser, dass bei unterdrücktem Stande die Zellenbildung klein und unregelmässig, bei freiem Stande grösser und regelmässiger ist und im ersteren Falle die inneren Holzlagen verkümmert sind? Durch eigene mikroskopische Untersuchung? Schwerlich! Woher weiss er ferner, dass in Folge der veränderten Ausbildung der Zellen und Gefässe eine „veränderte Umbildung der Säfte" (was soll das eigentlich heissen?) eintreten muss? Hat er jemals den Wurzelstock anatomisch untersucht und da eine „Verschlingung der Gefässe" gefunden? Was denkt er sich unter „Zusammenströmen" der Gefässe? Ist ihm nicht bekannt, dass, wie längst nachgewiesen, die Gefässe gar nicht den Saft leiten? Was versteht er unter „Sauggefässen"? Etwa die Wurzelhaare? Und da er doch speciell von der Stockfäule der Fichte handelt, wie kann er da überhaupt von Gefässen sprechen? Besitzt er nicht einmal so viel Kenntniss vom anatomischen Bau der Bäume, um zu wissen, dass im Holz der Nadelhölzer gar keine Gefässe vorkommen? — Die Forstleute wollen es nicht dulden, dass nicht „zur grünen Farbe" gehörende Männer, auch wenn sie die praktische Forstwirthschaft gründlich studirt und sich fleissig in den Wäldern umgesehen haben, über rein forstliche Gegenstände (z. B. Wirthschaftssysteme) ein Urtheil abgeben, in der Meinung, dass blos ein „praktischer" Forstmann dergleichen Dinge verstehe, und dennoch wagt es der erste beste von ihnen, nachdem er vielleicht flüchtig ein Colleg oder Buch über Anatomie und Physiologie der Pflanzen gehört oder gelesen und dasselbe halb oder falsch verstanden hat, pflanzenphysiologische Erklärungen und Belehrungen über Erscheinungen im Baumleben zu geben?

10. Nicht minder oberflächlich äussert sich Schulze, Herzogl. Braunschweigischer Forstsecretär, über die Rothfäule der Fichte im 3. Jahrgange der neuen Folge seiner „forstlichen Berichte mit Kritik" (1854) S. 134:

> „Schon mehrfach haben wir Gelegenheit gehabt, in diesen Berichten den Grund der die Fichten heimsuchenden Rothfäule zu erörtern, indem hier und da abweichende Meinungen darüber aufgestellt wurden. Wir haben bis jetzt angenommen, dass zu starke Nahrungsfähigkeit des Bodens, zu viel Dammerde bei genügender oder gar etwas übertriebener Feuchtigkeit die Veranlassung gab zum Eintreten der fraglichen Krankheit, und dass diese um so früher sich einstelle und steigere, als das Klima gemässigt und gar milde sei und man noch obenein die Durchforstung vernachlässige. So hat es sich sowohl in meiner Erfahrung als auch in der vieler Anderer für ziemlich gewiss herausgestellt."

11. Hören wir nun einen Pflanzenphysiologen von Fach und europäischem Rufe! Der leider so früh verstorbene Professor Dr. H. Schacht sagt in seinem bekannten und namentlich in forstlichen Kreisen sehr geschätzten Werke „Der Baum" (Berlin 1853) auf S. 314:

> „Die Roth- und Weissfäule sind Zersetzungsweisen des bereits abgestorbenen Holzes. Die Rothfäule ist vielleicht nur ein späteres Stadium der sogenannten Kernfäule, d. h. des Absterbens und Faulwerdens der Stämme von innen her; die Weissfäule erscheint dagegen mehr als Folge äusserer Verletzungen, ihre Zersetzungsprodukte sind, wahrscheinlich schon wegen des directen Einflusses von Licht und Atmosphäre etwas anderer Art, als bei der Rothfäule. Pilzwucherungen begleiten, wie fast überall, auch diese Art der Fäulniss. Th. Hartig hat die hier erscheinenden Pilze Nachtfaserpilze *(Nyctomyces)* genannt."

Nach Schacht sind also Roth- und Weissfäule von Pilzwucherungen begleitete Zersetzungsweisen des bereits abgestorbenen Holzes. Aus der kurzen Erörterung geht aber zur Genüge hervor, dass Schacht keine eigene Untersuchungen über diesen Gegenstand gemacht hat, was um so mehr zu bedauern ist, als er einer der ausgezeichnetsten Mikroskopiker war, die es jemals gegeben hat.

12. Etwas ausführlicher behandelt E. Kolaczek (Professor an der landwirthschaftlichen Lehranstalt zu Ungarisch-Altenburg) in seinem „Lehrbuch der Botanik" (Wien, 1856) diese Frage. Er sagt auf S. 151:

„Die Verkernung (Umwandlung in Kernholz) besteht in einem centrifugal fortschreitenden Verdichten und Erhärten der inneren Holzlagen. Je länger die Holzpflanze lebt, desto umfangreicher wird ihr Kern, desto schmäler die Splintmasse, um so werthvoller das Holz. Jedoch dürfen gewisse, oft auch vom Standort und der Behandlung dictirte Altersgrenzen nicht überschritten werden, wenn nicht die Verkernung enden und die bereits gebildete Kernmasse durch Vermoderung (Kernfäule) aufgelöst werden soll. Gewisse Holzarten erzeugen nie einen Kern, weil das Innere ihres Stammes zu früh abstirbt und vermodert (Weiden, Pappeln). — Die Kernfäule, welche das Leben des Baumes bald mehr (Eiche, Buche), bald weniger (Weide, Pappel, Linde) gefährdet, entsteht oft auf nassem Boden; sie hauset in Wäldern, welche von Ueberschwemmungen heimgesucht werden; oft beginnt sie in einer tiefen Wunde des Stammes und pflanzt sich in sein Inneres fort. — Die eigentliche Ursache des Kernschälens (d. h. der vollständigen Lösung des Zusammenhanges zwischen Splint und Kernholz) ist plötzliche Begünstigung des Wachsthums. Diese ist auf mancherlei Weise möglich: durch zu rasche Freistellung beschatteter Pflanzen, plötzliche zu starke Lichtung geschlossener Bestände. — Die dunkle Färbung des Kernes beruht nicht allein auf stärkerer Verdickung und Verholzung seiner Zellen, sondern auch auf chemischer Veränderung der Holzsubstanz in einer beginnenden Umwandlung derselben in kohlenstoffreichere Substanz. Nach Mulder enthält das Kernholz Ulmin, ein Product der Vermoderung.“

Es sind hier wieder Dinge verschiedener Art zusammengeworfen, indem der Verfasser die Kernfäule theils durch Bodennässe, theils durch äussere Verletzungen entstehen lässt. Die Kernschäle wird für Folge plötzlicher Begünstigung des Wachsthums erklärt. Interessant und bedeutsam für die Beurtheilung der Kernfäule ist die hier zuerst erwähnte, von Mulder entdeckte Ablagerung von Ulmin in den Zellen des Kernholzes. Derselbe Stoff scheint nämlich auch als Inhalt der Schlauchzellen gewisser parasitischer Schimmelpilze vorzukommen.

13. Döbner, Professor an der k. bairischen Central-Forstlehranstalt zu Aschaffenburg, bemerkt in seinem „Lehrbuch der Botanik für Forstmänner“ (zweite Aufl., Aschaffenburg, 1858, S. 177) bezüglich der Kernfäule:

„Wird durch nasse, kalte Witterung während des Sommers und durch frühzeitigen Eintritt des Winters die Ablagerung assimilirter Stoffe vermindert, so erlangt das Holz nicht die gehörige Härte,

wird nicht reif und erfriert daher leichter im Winter, sowie denn überhaupt hierdurch ein nachtheiliger Einfluss auf die Vegetation des nächsten Jahres ausgeübt wird; erfriert es nicht, und lagern sich in den folgenden Jahren gesunde und vollkommen reife Holzringe darüber, so geht doch dasselbe leicht in Zersetzung über, und es tritt dann die Erscheinung ein, dass zwei gesunde Jahresringe durch einen in Zersetzung begriffenen von einander getrennt werden, welche Erscheinung Kernschäle genannt wird. Erhärtet das Holz überhaupt meist in Folge eines verhältnissmässig zu feuchten Standorts nicht vollständig, so erleidet es vor der Zeit eine Zersetzung unter Bildung der braunen Nachtfaser, d. h. es wird rothfaul; aber auch im vollkommen ausgebildeten Holze beginnt eine, wenn auch langsame und ganz allmälige Zersetzung, die nach und nach immer weiter schreitet, aber bei den verschiedenen Bäumen in sehr verschiedenem, zuweilen erst in sehr hohem Alter bemerklich wird."

In der neuesten dritten Auflage (1865) findet sich auf S. 219 folgende Darstellung der Kern-, Roth- und Weissfäule:

„Wenn alle Zellen des Holzes ihre Lebensthätigkeit vollkommen verloren haben, so beginnt eine langsame und ganz allmälige Zersetzung derselben, welche nach und nach immer weiter fortschreitet, aber bei den verschiedenen Bäumen in sehr verschiedenen, zuweilen erst in sehr hohem Alter bemerklich wird, wobei dann in dem zersetzten Holze auch Pilzbildungen (Hartig's Nachtfasern) auftreten. Diesen Zustand des Holzes nennt man Stammfäule oder Kernfäule und da das so in Zersetzung begriffene Holz bald eine ganz helle, bald eine dunkle, rothbraune Färbung zeigt, so unterscheidet man Weissfäule und Rothfäule; jene zeigt sich mehr bei gehindertem Zutritte von Luft und Feuchtigkeit, also in Folge von Verletzungen und Rissen des Stammes u. s. w., jedoch auch zuweilen im Innern unversehrter Stämme. Rothfäule tritt gewöhnlich auf, wenn die Zersetzung des Holzes, wohl in Folge ungünstiger Standortsverhältnisse, früher erfolgt, als gewöhnlich; besonders häufig auf an Humussäure und Humuskohle reichem und zugleich nassem Boden, namentlich Torfboden, und könnte vielleicht in dem Mangel der nöthigen mineralischen Nahrungsstoffe und darin ihren Grund haben, dass die Zellen des unter solchen Verhältnissen gewachsenen Holzes weiter und weniger verdickt sind."

Am Schlusse seines Werkes gedenkt der Verfasser der Nachtfaserpilze nochmals, schildert dieselben kurz nach Hartig's Angaben, betrachtet sie aber nur

als Folgen der bereits eingetretenen Zersetzung des Holzes und nicht als deren Ursache, wobei es ihm noch zweifelhaft bleibt, ob diese Pilze wirklich selbsständige Pflanzen seien.

Aus der ganzen Darstellung geht hervor, dass auch Döbner keine eigenen Untersuchungen über die Roth- und Weissfäule gemacht, sondern nur die ihm bekannt gewordenen „Erfahrungen" physiologisch zu erklären versucht hat. Er betrachtet die Kernschäle und Kernfäule als Folge einer durch Kälte im Sommer oder Herbst veranlassten nicht gehörigen Ausbildung des Holzes (erinnert an die Reum'sche Ansicht), die Rothfäule als eine Zersetzung solchen unreifen Holzes unter Bildung der braunen Nachtfaser, veranlasst vorzüglich durch an Humussäure und Humuskohle reichen und zugleich nassen Boden, die Weissfäule als eine Zersetzung des Holzes unter Bildung der weissen Nachtfaser, welche namentlich bei gehindertem Zutritt von Feuchtigkeit und Luft, also (?) in Folge von Verletzungen des Stammes sich bilde.

14. Der verstorbene Oberforstrath Pfeil hat im 1. Hefte des 42. Bandes seiner „kritischen Blätter" (1859) ebenfalls einen Aufsatz „über die Fäulniss des Holzes" veröffentlicht, welcher sich nicht excerpiren lässt, übrigens kaum etwas Neues, am allerwenigsten wissenschaftliche Forschungen enthält.*) Er bespricht nach einander die Stock- und Kernfäule, die Kernschäle, das roth- und weissstreifige Holz und die Schwammbäume und sagt bezüglich der Stockfäule: sie kann von abgestorbenen Wurzeln, besonders der Pfahlwurzel herrühren (deshalb soll sie bei Bäumen mit Pfahlwurzel häufiger vorkommen, als bei solchen ohne Pfahlwurzel!), aber auch von einem faulen von dem betreffenden Baume überwallten Stocke (natürlich nur bei aus Stockausschlägen erwachsenen Bäumen möglich); bezüglich der Kernfäule: sie kann von Stockfäule herrühren, aber auch andere Ursachen haben. Als solche werden nun aufgeführt: hohes Alter, wo sich bei vielen Holzarten (Buchen, Ulmen, Linden, Hainbuchen etc.)

*) Das kann man freilich auch nicht von einem Mann erwarten, welcher etwas darin suchte, die Wissenschaft zu verhöhnen, und nichts achtete, als die auf Erfahrungen beruhende Praxis. Sagt er doch auf Seite 87 desselben Hefts: „Die Professoren haben lange genug Formeln ausgedacht, welche niemals angewendet werden, Theorien im Schlafrocke im Studirzimmer ausgebildet, die für den Wald, wie er ist, nicht passen, die todten Holzstücke (bloss diese?!) mit dem Mikroskop und im Laboratorium studirt, es ist nun endlich einmal Zeit, dass die Förster anfangen, sich um die lebenden Bäume zu kümmern etc. Theorien haben wir genug, wir brauchen vor Allem Erfahrungen, denn unsere Wissenschaft ist und bleibt nun einmal eine Erfahrungswissenschaft." — Nun, haben denn Pfeil und andere forstliche Autoritäten bezüglich der Roth- und Weissfäule mit allen ihren Erfahrungen etwas anderes zu Wege gebracht als Theorieen? —

ein sogenannter „todter Kern“ bildet, später faul wird, ungünstige Witterung (Ursache der Kernschäle), unpassender Boden (Sandboden bei der Eiche, welche da rothstreifiges Holz bekommen soll, fruchtbarer Kalkboden bei der Fichte, weil deren Holz auf solchem üppig und porös erwächst), äussere Verletzungen (z. B. unvorsichtiges Entasten). Endlich soll Fäulniss unter der Rinde gewöhnlich durch Schwämme an der Aussenseite des Stammes angezeigt werden. Lauter Behauptungen, die oft zutreffen können, denen aber eben so viele entgegenstehende „Erfahrungen“ widersprechen.

15. Professor Nördlinger in Hohenheim bespricht in seinem bekannten und geschätzten Werke: „Die technischen Eigenschaften der Hölzer“ (Stuttgart, 1860) die Roth- und Weissfäule auf Seite 494 folgendermaassen:

> „Rothfäule ist ein hoher Grad der Holzzersetzung, in deren Folge das Holz eine braune, rothbraune, rothe Farbe annimmt, Härte, Gewicht, Spaltbarkeit u. s. w. zum grossen Theil verliert, dagegen Fäulnissgeruch, grosse Hygroskopicität annimmt und zuletzt in eine leicht zerreibliche oder pulverförmige Masse zerfällt, die wir so oft im Innern fauler Eichen, Edelkastanien, Fichten u. s. w. finden. Die Rothfäule scheint mehr denn die Weissfäule die natürliche Folge hohen Alters und mangelhaften Gefüges zu sein. Wegen des ersteren findet sie sich vorzugsweise im Innern des Wurzelstocks. Aus der Art des Vorkommens der Rothfäule dürfte zu schliessen sein, dass bei ihrer Entwickelung geringe Saft- (Wasser-) Mengen, dagegen ziemlich viel Luft mitwirken (?). Sie macht daher auch im Verhältniss poröserer Natur des Holzes raschere oder langsamere Fortschritte. Die Weissfäule (nur bei Laubhölzern) dürfte mehr als Produkt eines gewaltsamen, raschen, bei mehr Saft- und weniger Luftzutritt verlaufenden Fäulnissprocesses zu betrachten sein.“

Nach Nördlinger ist also die Rothfäule die natürliche Folge des hohen Alters und mangelhaften Gefüges, die Weissfäule das Produkt eines gewaltsam und rasch (wodurch?) verlaufenden Fäulnissprocesses. Bei ersterer soll viel Luft und wenig Wasser, bei letzterer umgekehrt viel Wasser und wenig Luft mitwirken; — ebenfalls blos Hypothese!

16. Noch weniger findet sich über die Ursachen dieser Holzkrankheiten in der vom Geh. Oberforstrath Grebe in Eisenach herausgegebenen 2. Auflage der „Forstbenutzung“ von König (1861). Er sagt Seite 35:

> „Die Fäulniss tritt am häufigsten als sogenannte Rothfäule auf (selten bei Buchen als Weissfäule) und hat ihren Sitz entweder nahe am Stock (Stockfäule), oder auch im Stamme (Stamm-

fäule), oder vorwiegend im Kern (Kernfäule), oder sie geht von krankhaften und verstümmelten Aesten aus (Astfäule). Sie ist entweder Folge hohen Alters oder ungeeigneten (namentlich zu feuchten, auch wohl zu flachgründigen) Standorts, oder sie überträgt sich aus krankhaften (?) Wurzeln (wie z. B. die häufige Stockfäule der Eichen, die vom Stockausschlag herrühren) oder endlich sie entstammt mechanischen Verletzungen (Entastungen, Harzung, Wildschälen)."

Der Verfasser, der hier offenbar Pfeil's oben besprochene Abhandlung zu Grunde gelegt hat, unterscheidet nicht einmal Roth- und Weissfäule gehörig und nennt vier Ursachen sehr heterogener Art, welche, wenn sie überhaupt Holzfäulniss hervorzubringen vermögen, vermuthlich ganz verschiedene Zustände der Fäulniss veranlassen dürften.

17. Im Jahrgange 1863 der von Dengler herausgegebenen „Monatsschrift für das Forst- und Jagdwesen" hat der königl. würtemberg'sche Revierförster Häussler einen umfänglichen Aufsatz „zur Naturgeschichte der Fichte, insbesondere mit Bezug auf die Stockfäule derselben" veröffentlicht. Ihm scheinen die in den Jahrgängen 1852 und 1853 enthaltenen Aufsätze darüber (s. oben 8 und 9) einer besondern Beachtung werth, weshalb er dieselben ausführlich referirt und die darin niedergelegten Meinungen zu vereinigen sich bemüht. Er tritt der „physiologischen Erklärung" des Herrn Göring bei und findet a) einen unpassenden Ober- oder Untergrund oder beides zugleich, b) einen allzu dichten oder unterdrückten langandauernden Stand der Fichte, oder endlich c) den Gesammt-Einfluss dieser theils natürlichen, theils wirthschaftlichen Verhältnisse als die nächste Ursache der Kern- oder Stockfäule der Fichte. Ausserdem legt der Verfasser viel Gewicht auf das Beweiden der Fichten-Junggewächse, wie solches z. B. in den in seiner Gegend sogenannten Acker- oder Reutwäldern gebräuchlich ist. In Bezug hierauf hat er sich natürlich auch eine Theorie gebildet, und zwar folgende „physiologische":

„Hier steht die Pflanze in der Regel viele Jahre frei; der Höhenwuchs derselben ist durch das sich im Verlauf der Zeit oft wiederholende Verbeissen der Gipfel- und Seitentriebe zurückgehalten, und entsteht hieraus eine vermehrte Gipfel- und Astbildung, im Innern der Pflanze aber, namentlich am Wurzelstock, ein lockerer, weicherer Gefäss- (!!!) und Zellenbau, im Boden hingegen eine sehr zahlreiche Bewurzelung. Später kommt diese Pflanze in den Schluss, ja sie wird sogar von der Kiefer, wie gewöhnlich, überwachsen, die untersten Aeste sterben ab oder verkümmern wenigstens, kleinere

Gefässe (!) und Zellen lagern sich über (?) den weichern und grössern, die Wurzeln als Saug- oder Zuleitungsorgane bleiben dieselben, der Boden nimmt zu durch den Nadel- etc. Abfall an organischer Kraft; der Säftezufluss ist demnach mindestens der gleiche wie früher, muthmaasslich (!) noch ein grösserer, während die innern (?) Organe andere geworden und das Ausscheiden der überschüssigen Stoffe durch das Verringern der Aeste, beziehungsweise der Nadeln nicht mehr in dem Maasse von Statten geht wie ehedem und nach Bedürfniss der Einsaugung aus dem Boden; — wir haben hierdurch das Missverhältniss zwischen Einsaugungs-, Fortleitungs- und Ausscheidungsorganen, und in Folge dieses gestörten Ernährungs- und Entwickelungsprocesses als krankhafte Erscheinung — die Kern- oder Stockfäule, weil dorten, wie schon erwähnt, die meiste organische Disposition dazu vorhanden ist. Der Verlauf des Processes ist hier somit ein umgekehrter gegenüber von dem bei Pflanzen, die von Jugend auf gedrängt oder unter der Ueberschirmung von andern älteren Hölzern aufwuchsen — sein Endresultat aber ein und dasselbe."

Auch dieser Forstmann redet von Gefässen bei der Fichte und lässt die neuen Gefässe und Zellen sich über den frühern ablagern, hat also so wenig wie sein Gewährsmann Göring einen Begriff weder von dem Bau der Nadelhölzer, noch von der Art und Weise, wie der jährliche Zuwachs bei den Bäumen überhaupt sich bildet; auch er lässt durch übermässigen Saftzufluss eine abnorme Bildung der Ernährungs-, Säfteleitungs- und (wie er an einer Stelle sagt) der „Inspirationsorgane" (!!!) eintreten, wodurch eine Stockung der Säfte im Innern veranlasst werde etc. Von ihm gilt daher dasselbe, was oben über Göring bemerkt worden ist.

18. Karl Geyer, Professor in Aschaffenburg, hat 1863 das neueste „Handbuch der Forstbenutzung" veröffentlicht. Auf Seite 108 fgd. findet sich eine ziemlich eingehende Besprechung der verschiedenen Arten der Fäulniss lebender Hölzer. Er betrachtet den todten Kern (bei Buchen, Eichen, Ahorn) als den Anfang der Kernfäule. Letzterer tritt als Trockenfäule auf (Vermoderung des Holzes bei Gegenwart von wenig Feuchtigkeit) oder als Nassfäule (bei Ueberfluss von Feuchtigkeit). Bei dieser nimmt das in der Zersetzung begriffene Holz verschiedene Farben an, eine rothbraune (Rothfäule) oder eine weisse (Weissfäule), „deren Ursache mit Sicherheit nicht zu erklären ist." Im Allgemeinen zeigt sich die Weissfäule mehr bei gehindertem, die Rothfäule mehr bei ungehindertem Luftzutritt. Weissfäule geht nicht selten in Rothfäule über, namentlich bei Eichenholz. Das Umgekehrte findet nicht statt. Weissfäule kommt mehr

im Innern des noch geschlossenen Stammes vor (?), Rothfäule sowohl im Innern der Stämme, wie auch aussen. Je nach den ergriffenen Baumtheilen unterscheidet man Wurzel-, Stock- und Kernfäule. „Wurzelfäule kommt bei allen Holzarten vor und kann durch mancherlei Ursachen hervorgerufen werden; grösstentheils ist hohes Alter, undurchlassende Bodenschicht im Untergrunde, stagnirende Nässe, Verletzungen u. s. w. die nächste Veranlassung.“ Die Kernfäule wird vielfach durch Wurzelfäule eingeleitet und schreitet dann allmählig nach oben vorwärts, kann aber auch durch Astfäule veranlasst werden (dann steigt sie im Schaft abwärts), oder in verschiedenen Theilen localisirt sein (veranlasst durch Wunden, Verletzungen, Schwammbildung). Wurzel- und Kernfäule kommen sehr häufig bei der Fichte vor. In Bezug darauf sagt der Verfasser:

„Die Ursache der Rothfäule bei der Fichte ist noch nicht aufgeklärt. Man beobachtet sie vielfach sowohl auf Standorten mit stehender Nässe oder einer seicht gehenden Lehmschicht im Untergrunde wie auch andrerseits auf trockenem Boden; ebenso ist sie in vielen Gegenden eine ständige Erscheinung auf gelockerten und gebrannten oder der landwirthschaftlichen Benutzung überlassen gewesenen Flächen; nicht minder ist sie auf Viehlagerplätzen und stark befahrenen Triften zu Hause, und endlich kann sie durch Verletzungen herbeigeführt und auch an lange in Druck gestandenen und plötzlich freigestellten Vorwüchsen beobachtet werden. Dass die auf Harz benutzten Fichten eben durch das Anharzen in den untern Stammparthieen rothfaul werden, ist eine feststehende allerwärts (?) beobachtete Thatsache. Bei dieser Mannichfaltigkeit der nächsten Entstehungsursache liegt es nahe, den allgemeinen Grund der Rothfäule der Fichte in den ihren normalen Ernährungs- und Lebensprocess nicht zulassenden Standortsverhältnissen zu suchen, wobei einem allzu raschen Wachsthum in der Jugend und einem überhaupt frühzeitig eintretenden Lebensziel besonderes Gewicht scheint beigelegt werden zu müssen. Die Fichte ist ein Baum der rauheren Gebirgslage und fordert zu ihrem normalen Gedeihen einen grossen Feuchtigkeitsgehalt der Luft und kurze warme Sommer. Wo man sie aus diesem ihren heimathlichen Standorte in die Tiefländer mit mildem Klima und langer Vegetationszeit herabgezogen hat, kann sie bei so bemerklich veränderten Wachsthumsfactoren nicht mehr derselbe Baum mit normalen Gesundheitsverhältnissen sein. Wenn auch die Fichte in ihrem heimathlichen Verbreitungsbezirke hier und

da, namentlich auf sehr kräftigem und feuchtem Boden Rothfäule zeigt, so ist dieses doch nicht mit jenem Maasse zu vergleichen, in welchem dieselbe in milden Tiefebenen, besonders des südlichen und mittlern Deutschlands auftritt."

Bis hierher ist gegen die Darstellung des Verfassers, welcher ehrlicher als andere Forstschriftsteller offen eingesteht, dass die Ursache der Fichtenrothfäule noch unbekannt sei, gewiss nichts einzuwenden. Er referirt einfach die verschiedenen Beobachtungen und Erfahrungen, findet mit der Mehrzahl der übrigen forstlichen Autoritäten die Ursache der Wurzelfäule überhaupt in hohem Alter, ungünstigen Standortsverhältnissen und äussern Verletzungen und nimmt als allgemeinen Grund der Fichtenrothfäule unpassenden Standort verbunden mit allzu raschem Wachsthume in der Jugend und überhaupt frühzeitig eintretenden Lebensziel an. Das ist freilich wieder eine durch Nichts bewiesene Hypothese, aber dieselbe klingt wenigstens nicht unwahrscheinlich. Minder glücklich ist der Verfasser bei der von ihm versuchten physiologisch-chemischen Erklärung der Roth- und Weissfäule. Er sagt nämlich:

„Bei der Holzzersetzung ist es gewöhnlich die Intercellularsubstanz, welche am frühestsn angegriffen wird und wodurch bei weiter vorgeschrittener Zersetzung die Isolirung der Zellen, d. h. das Verschwinden allen Zusammenhanges erfolgt. Zugleich mit der Intercellularsubstanz gilt wahrscheinlich der erste Angriff dem Lignin, welches weit leichter zerstörbar ist als die Cellulose. Denn das in voller Zersetzung begriffene Holz zeigt stets (?) noch die unzerstörte Form der Zelle, das Holz hat aber im höchsten Maasse das Gewicht, die Festigkeit und Brennkraft verloren. Bei faulem Holz ist also die Zelle noch lange vorhanden, aber sie ist isolirt; das Holz ist bröcklig und mehlig geworden, saugt viel Wasser ein, weil viele Zwischenräume vorhanden sind."

Das klingt wie eigene Untersuchungen, ist aber dennoch eine blosse Vermuthung. Denn hätte der Verfasser faules Holz wirklich mikroskopisch und mikrochemisch untersucht, so würde er gefunden haben, dass 1) die Zellen des Holzes (d. h. ihre Membranen) in der mannichfachsten Weise zerstört (zersprungen und zertrümmert) sind, 2) dieselben keineswegs vollständig isolirt liegen, sondern zu Bündeln vereinigt sind, und nur hin und wieder völlig isolirt erscheinen, 3) dass das Lignin aus ihrer Wandung keineswegs immer verschwunden, sondern oft noch vorhanden ist, denn solche Zellen färben sich gewöhnlich mit Chlorzinkjodlösung eben so wenig blau, als wie die Zellen des gesunden

Holzes, und müssen wie diese erst auf chemischem Wege ihres Ligningehalts beraubt werden, soll jene Cellulosereaction eintreten.

Endlich bemerkt Geyer in einer Note unter dem Texte zur Erklärung der rothen und weissen Farbe des kranken Holzes bei der Roth- und Weissfäule:

> „Bei der Fäulniss bilden sich vorzüglich Kohlenwasserstoffverbindungen, ihre Zersetzungsprodukte sind stets hell gefärbt (Weissfäule?), bei der Verwesung dagegen werden Humuskörper ausgeschieden, welche jede sich zersetzende Pflanzensubstanz schwarz oder dunkel färben (Rothfäule?). Dass dem entgegen harzreiche Nadelhölzer im geschlossenen Stamm rothfaul werden, erklärt man (wer?) durch den Terpenthingehalt. Terpenthin ist ein Ozonträger und Ozon beschleunigt die Zersetzung noch mehr als Sauerstoff."

Also sogar das räthselhafte Ozon hat zur Erklärung der Rothfäule der Fichte herhalten müssen! Ich bin nicht Chemiker von Fach, aber ich glaube, Herr Geyer hätte besser gethan, diese mit so apodictischer Gewissheit hingestellten Bemerkungen zu verschweigen; denn es ist nichts gefährlicher, als wenn sich der Verfasser eines Lehrbuchs auf ein Gebiet wagt, wo er nicht zu Hause ist. Irrthümliche Behauptungen in einem Lehrbuche vererben sich gar leicht von einer Generation zur andern. Die wissenschaftliche Forschung wird dadurch nicht gefördert, sondern gehindert.*)

---

*) Herr Dr. Beyer, erster Assistent am chemischen Laboratorium unserer Akademie, den ich um seine Ansicht in dieser Angelegenheit bat, hat mir darüber folgende Bemerkungen mitgetheilt: „Fäulniss und Verwesung sind zwei in mannichfacher Beziehung verwandte Prozesse, die sich theoretisch zwar scharf begrenzen lassen, deren genaue Erkennung und Unterscheidung aber in vielen Fällen dadurch schwierig, beinahe unmöglich wird, dass sie sehr häufig neben einander gleichzeitig verlaufen. Während die Fäulniss nur in untergeordneter Weise von dem Einflusse der atmosphärischen Luft abhängig ist, ist die Verwesung ohne letztere nicht denkbar und stets mit einer Aufnahme von Sauerstoff verbunden. Treten beide zugleich auf, so findet Verwesung immer an den Theilen statt, welche der Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt sind. — Die Produkte der Fäulniss sind je nach dem Material die verschiedensten, allein nie werden das Auftreten von Fäulniss für sich, noch das Auftreten von Verwesung für sich bei der Zerstörung des Holzes, wenn sie bei der Roth- und Weissfäule vorkommt, nachzuweisen sein. Ebenso wenig ist, so viel bekannt, das Auftreten von Kohlenwasserstoffen und noch weniger die chemische Zusammensetzung derselben ermittelt worden. Angenommen jedoch, es entwickelten sich im weissfaulen Stamme Kohlenwasserstoffe, so würden dieselben, da sie grösstentheils flüchtig und farblos sind, durchaus nicht im Stande sein, einer Substanz irgend welche Färbung zu ertheilen. In der That sind ja auch bei der Weissfäule nicht alle Stellen von gleicher Färbung. Die Endprodukte der Zersetzung der Holzfaser sind zum grössten Theile Kohlensäure und Wasser die Zwischenprodukte die Humuskörper. — Eine Erklärung der beiden Krankheitserscheinungen auf rein chemischem Wege ist schon deshalb nicht zulässig, weil bekanntlich nach den neuern und auch schon nach ältern Untersuchungen dem Fäulnissprozess überhaupt stets das Vorhandensein pflanzlicher oder thierischer Organismen vorangeht. — Was die indirect zerstörende Einwirkung des Terpenthins betrifft, so wird allerdings mit dieser Erklärung die bisher als vollständig erwiesen betrachtete Wirkung

Am Schlusse jener Anmerkung erwähnt der Verfasser auch noch der Hartig'schen Untersuchungen beiläufig, und bemerkt dazu: „allerdings beherbergt das weissfaule Holz stets einen seidenglänzenden (?) Pilz (*Nyctomyces candidus*), das rothfaule einen rothbraunen (*N. fuscus*).“ Aus meinen nachfolgenden Untersuchungen wird der Leser erkennen, dass auch dieser, scheinbar wieder auf eigener Beobachtung beruhende Ausspruch nicht richtig ist.

19. Bei der 24. Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe zu Königsberg im Jahre 1863 bildete die Rothfäule der Fichte einen Gegenstand der Verhandlungen in der forstlichen Section. Nach dem mir vorliegenden „amtlichen Bericht“ dieser Versammlung (Königsberg, 1864) hatte der k. preuss. Oberförster Gebauer I. das Referat über diesen Gegenstand. Derselbe sagte (S. 586 des Berichts):

„Die Natur der Rothfäule ist an und für sich die, dass aus dem Innern des Stammes heraus eine Zersetzung der bereits abgestorbenen Holzfaser, eine Fäulniss im Holze statt hat, die allmählig aus dem Stocke heraus in den Stamm hinauf schreitet und sich durch eine braunrothe Farbe des von innen heraus feucht und morsch werdenden Holzes als Kernfäule in allen den Fällen darstellt, wo nicht durch mechanische Verletzungen, Bloslegen des Splints und Abbrechen der Aeste eine solche Fäulniss von aussen her entstand. Bei der Fichte tritt diese Krankheit, wie bekannt, vorzugsweise häufig auf. Alle (?) bisher gemachten Erfahrungen stimmen darin überein, dass bei den Fichtenbeständen, soweit die Rothfäule nicht die natürliche Folge des hohen Alters ist, ein ungeeigneter Standort, zu warme Lage auf fettem, fruchtbarem Boden die Ursachen der Krankheit sein mögen, wo einerseits durch Ueberfülle des Safts eine Stockung eintritt, andererseits aber auch durch Bodenarmuth sich die Krankheit erzeugt (?). Auf der 21. Versammlung der d. L. u. F. (in Heidelberg) hat man bei Discutirung der Frage: wie sich die Verjüngung der Hochwaldungen in Verbindung mit landwirthschaftlichem Zwischen- und Vorbau gestalte? gesagt, dass bei landwirthschaftlicher Vornutzung mit Frucht bei dem Anbau mit Fichten dieselben in

von Harzen und ätherischen Oelen (und beide enthält der Terpenthin) als conservirende d. h. Fäulniss verhindernde Mittel verneint. Diese Thatsache lässt sich indess nicht wegläugnen, und es ist nun nicht einzusehen, warum im pflanzlichen Organismus gerade der entgegengesetzte Fall stattfinden sollte.“ Als Bestätigung des letztern kann ich hinzufügen, dass bei der Rothfäule der Fichte die harzerfüllten Zellen (Harzporen, Harzgänge) der Zerstörung länger widerstehen, als die übrigen Theile des Holzgewebes.

vielen Oertlichkeiten leicht schon im 50.—60. Jahre rothfaul werden, dass die Rothfäule bei Fichten in zu ausgenutztem Boden am leichtesten erscheine, und dass man dort, wo man Fichten unter solchen Verhältnissen anbauen will und muss, in der Wahl der Standorte und überhaupt recht vorsichtig zu verfahren habe."

Im Verlaufe der Debatte wurden von verschiedenen Sprechern als vermeintliche Ursachen der Fichtenrothfäule angeführt: 1) sehr geschlossene Stellung, 2) Freistellung der Fichte nach lange Zeit sehr gedrücktem Stande, 3) Ausastung, 4) Unterlassung zeitiger Durchforstung in übersäten Saaten, 5) zu warmes Klima (z. B. in Neuvorpommern!), 6) Bruchboden (namentlich in Erlenbrüchen) bei sehr gedrängtem Stande, 7) schwammige Holzbildung in Folge fetten Bodens und milden Klimas, zumal wenn bei solchen Standortsverhältnissen die Stämme bis auf den Fuss abgeästet werden, 8) Beschädigung in der Jugend durch Vieh. Der Hartig'schen Untersuchungen wurde von keinem Mitgliede der Section gedacht, dagegen fehlte es nicht an Rednern, welche gerade das Gegentheil mancher der angeführten „Erfahrungen" gefunden zu haben behaupteten, z. B. das auf Bruchboden in Ostpreussen die Rothfäule weit weniger auftrete, als auf den zwischen den Brüchen befindlichen trockneren Erhebungen des Landes, dass in Pommern (Oberförsterei Golchen) die Rothfäule auf sehr gutem, nahrhaftem Boden fast unbekannt sei, selbst bei gedrängtem Stande, dass in Westphalen im kalten Klima des Siegener Landes in übersäten Saaten die Fichten rothfaul würden, im milden Klima des Arnsberger Waldes nicht, u. s. w.

20. Was bei so widersprechenden Erfahrungen von der neuesten Mittheilung über die Rothfäule, welche sich im 1. Hefte des 13. Jahrgangs der „forstlichen Berichte mit Kritik" (1865) befindet, zu halten sei, mag dem Urtheil des Lesers überlassen bleiben. Der ungenannte Verfasser sagt auf S. 43:

„. . . . Die Localität, auf welcher wir immer die Fichte rothfaul werden sehen, ist die niedere Ebene, oder doch der niederste Theil der Vorberge eines Gebirges mit vorzüglichem Boden, in welchem noch obenein die Nässe vorherrscht. An solchen Stellen kann die Rothfäule gar nicht ausbleiben (?), indem die Fichte wegen Herabhängens ihrer Zweige (?) offenbar anzeigt, dass sie das Gebirge bewohnen soll, wo starker Schneefall vorkommt (?!), der dann auf den nach unten streichenden Zweigen eben nicht haftet, wenigstens aber durch einen schwachen Wind schon herabgeschüttelt werden kann. — Die Fichte ist also keine Bewohnerin der Ebene, sondern

sie will im Gebirge wachsen*). Dann auch, wenngleich sie mehr zum Leben verlangt, als Lärche und Kiefer, so ist sie denn doch immer noch eine genügsame Holzart. Herrscht nun aber gar noch auf dem Boden der niederen Ebene die Nässe in der Art vor, dass sie von der Fichte nicht sämmtlich zum Leben zu gebrauchen und dieselbe sogar offen wahrzunehmen steht, dann kann die Rothfäule gar nicht ausbleiben (?). Mangel an Durchforstung mag das Eintreten der Rothfäule beschleunigen, doch als eigentliche Ursache derselben glauben wir sie nicht ansehen zu dürfen. Wir halten vielmehr dafür, dass Ueberfülle von Nahrung auf zu niederem Standort die eigentliche Ursache der Krankheit etwa (!) sein mag."

Als ganz kleine Entgegnung hierauf erlaubt sich Schreiber dieser Zeilen zu bemerken, dass ihm in dem sächsischen Erzgebirge und auch anderwärts (z. B. am Harz) mehr als eine Localität zwischen 2000 und 3000 Fuss Höhe bekannt ist, wo die Fichte auch rothfaul wird. Solche Localitäten kann man doch wohl kaum zu den „zu niedern Standorten" rechnen? — Aber das thut ja nichts, die Hauptsache ist ja, wieder eine neue Hypothese aufgestellt zu haben! Es scheint wirklich, als ob die meisten Forstschriftsteller, welche sich mit der Rothfäule beschäftigt haben, den leichtfertigen Ausspruch des weiland braunschweigisch-lüneburgischen Oberjägermeisters v. Sierstorpff zur Richtschnur ihres Forschens genommen hätten, welcher auf S. 88 des I. Bandes seines Werkes „über die forstmässige Erziehung, Erhaltung und Benutzung der vorzüglichsten inländischen Holzarten" (Hannover, 1796) bemerkt: „Wie nun übrigens aber die Insecten und Schmarotzerpflanzen auf den Baum selbst wirken, das ist bei so vielen Arten derselben und bei den Theilen des Baumes selbst sehr verschieden. Bei einigem Nachdenken wird jeder, der sich nur einige gründliche Kenntniss der Naturgeschichte der Bäume erworben hat, sich eine in etwas befriedigende Hypothese darüber machen können, welches für den Forstmann um so mehr hinreicht, da diesem so wenig Mittel übrig bleiben, die Krankheiten der Bäume zu heilen oder diesen zuvorzukommen." Bei einem solchen Princip ist freilich jeder ernsten wissenschaftlichen Forschung von vorn herein die Spitze abgebrochen! —

*) Wie stimmt denn mit dieser apodiktischen Behauptung das „ursprüngliche" Vorkommen der Fichte als waldbildender Baum in der weiten sarmatischen Ebene, in Lithauen, Ostpreussen, Livland u. s. w.? — Wenn sich doch unsere „praktischen" Forstmänner etwas mehr um die Pflanzengeographie kümmern wollten! —

Ueberblickt man die vorstehend angeführten Erfahrungen, Ansichten und Meinungen, so treten namentlich folgende drei hervor:

1. Stock- und Kernfäule (Roth- oder Weissfäule) ist eine Folge des Alters, ungeeigneten Standorts oder äusserer Verletzungen;
2. sie wird veranlasst durch eine unvollkommene Ausbildung des Kernholzes oder durch zu rasches Wachsthum;
3. sie wird veranlasst durch Nachtfaserpilze, die sich jedoch erst im todten oder absterbenden Holze entwickeln.

Blos die letzte Behauptung (von Hartig) beruht auf directen Untersuchungen, alle übrigen aber auf äusserlichen Beobachtungen oder sogenannten Erfahrungen. Die erste Ansicht erfreut sich des Beifalls der überwiegend meisten Forstleute, die zweite mehr physiologische stimmt insofern, als ein zu rasches Wachsthum oder eine unvollkommene Ausbildung des Kernholzes durch Standortsverhältnisse bedingt wird, mit jener überein. Specifiziren wir zunächst die Standorts- und setzen wir hinzu die Wirthschaftsverhältnisse, welche die Rothfäule — namentlich der Fichte — veranlassen sollen, so ergiebt sich, dass diese Krankheit verursacht werden soll:

1. durch fetten Boden, insbesondere auch Kalkboden (bei der Fichte),
2. durch magern, namentlich in Folge landwirthschaftlicher Vornutzung erschöpften Boden,
3. durch nassen Boden, namentlich Torfboden,
4. durch trocknen Boden, insbesondere Sandboden (bei der Eiche),
5. durch Flachgründigkeit oder undurchlassende Schicht im Untergrund (überhaupt unpassenden Ober- oder Untergrund),
6. durch gelockerten und gebrannten Boden,
7. durch Viehlagerplätze,
8. durch festen bindigen Boden,
9. durch ein zu warmes Klima (bei zu niederem Standort),
10. durch ein kaltes Klima bei sehr gedrängtem Stande,
11. durch übersäete Saaten und bei Unterlassung der Durchforstungen (bei der Fichte),
12. durch plötzliche Freistellung nach lange Zeit gedrücktem Stande (Fichte),
13. durch sehr dichten Schluss von Jugend auf (Fichte),
14. durch faule oder abgestorbene Wurzeln,
15. durch äussere Beschädigungen (Entastungen, Harzscharren, Wildschälen, Verbeissen durch Weidevieh, bei der Fichte),

Die Rothfäule soll ferner hervorgerufen werden:

16. durch hohes Alter,
17. durch schwammige Holzbildung oder unvollkommene Ausbildung des Kernholzes (Fichte),
18. durch ungünstige Witterung, welche dem Wachsthum hinderlich ist,
19. durch plötzliche Begünstigung des Wachsthums (Kernschäle),
20. durch allzurasches Wachsthum in der Jugend und überhaupt ein früh eintretendes Lebensziel,
21. durch verhinderte Ausscheidung von Sauerstoff und Wasserstoff,
22. durch im Boden befindliche Eisen- und andere Oxyde und Oxydule, deren durch einen chemischen Prozess frei werdender Sauerstoff im Uebermaass von den Wurzeln aufgesaugt wird,
23. durch die braune Nachtfaser, welche sich in dem absterbenden Holze entwickelt und dasselbe zerstört.

Wahrlich, *difficile est, satyram non scribere!*

Die Weissfäule wird veranlasst:

1. durch äussere, nicht zu heilende Verletzungen,
2. durch eine abnorme Wasservermehrung im Holze, wodurch eine rasche Verwandlung der Zellenmenbran in Bassorin bewirkt wird,
3. durch einen gewaltsamen und rasch verlaufenden Fäulnissprozess,
4. durch die weisse Nachtfaser, die sich im absterbenden Holze entwickelt.

Sehen wir von Hartig's, von der Mehrzahl der Forstmänner wie Botaniker unbeachtet gelassenen Untersuchungen ab, so kommen wir auf das oben Angeführte zurück, nämlich dass ungeeignete Standortsverhältnisse für die Hauptursache der als Krankheit, Altersschwäche für die Hauptursache der als normale Erscheinung auftretenden Rothfäule, äussere Verletzungen und ebenfalls hohes Alter für Ursachen der Weissfäule angesehen werden, d. h. unsere Kenntniss von dem Wesen der Roth- und Weissfäule befindet sich noch auf derselben Stufe wie zu Bechstein's und Borkhausen's Zeit vor 45 beziehentlich 65 Jahren! — Und, fügen wir hinzu, verlassen die Forstleute und Andere, die sich berufen fühlen, die Roth- und Weissfäule zu beobachten, nicht die hergebrachte, bequeme, aber unwissenschaftlich empirische Methode, so werden sie bezüglich dieser Holzkrankheiten in abermals 65 Jahren nicht mehr wissen als wie gegenwärtig! —

II. Eigene Untersuchungen.

Obwohl die Roth- und die Weissfäule gewiss nahe verwandte Zustände der Holzzersetzung sind, so müssen wir doch beide hier trennen und besonders behandeln. Auch scheint es mir nothwendig, zwischen der in alten Stämmen offenbar als normaler Zustand auftretenden Rothfäule und der als wirkliche Krankheit bei jüngeren, noch vollkommen freudig vegetirenden Bäumen vorkommenden Rothfäule zu unterscheiden. Möglich, dass beide Zustände identisch sind; da ich mich aber nur mit der eigentlichen Krankheit beschäftigt habe und hier nichts mittheilen will, als was ich selber beobachtet und untersucht habe, so werde ich im Folgenden von der in alten Bäumen stets auftretenden Holzfäule ganz absehen. Noch muss ich vorausschicken, dass ich mich bisher fast ausschliesslich mit der Rothfäule (und zwar besonders mit derjenigen der Fichte) beschäftigt und hinsichtlich der Weissfäule nur erst wenige Untersuchungen gemacht habe.

Die Rothfäule.

1. Vorkommen und Auftreten, Formen und Wirkung der Krankheit.

Als naturgemässer Zustand, welcher den normalen Tod des Baumes nach Beendigung seines Höhen- und Stärkewuchses allmälig herbeiführt, tritt die Rothfäule unter der Form der Kernfäule wahrscheinlich bei allen Holzarten auf, als Krankheit dagegen ist sie bisher bei folgenden Laub- und Nadelhölzern beobachtet worden: Eiche, Rothbuche*), Edelkastanie, Wallnussbaum, Hornbaum, Rüster, Maulbeerbaum, Birke, Aspe, Schwarz- und Weisserle, bei den Baumweiden, bei Esche, Flieder, Eberesche, Birn- und Apfelbaum, Süss- und Sauerkirschbaum, Pflaumbaum, Kreuzdorn, Akazien (Robinia), Linde, Fichte, Tanne, Kiefer und Lärche. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch die übrigen Holzarten von dieser Krankheit befallen werden.

Die Rothfäule tritt sowohl in Baum- als Stangen- und Junghölzern auf; was die Fichte betrifft, so habe ich diese Krankheit schon bei 10—15 jährigen angetroffen, ja es ist mir nicht unwahrscheinlich, dass sie bei noch jüngeren

---

*) Früher glaubte man, die Rothbuche werde nie roth-, sondern immer nur weissfaul. Im 5. Heft des Jahrganges 1849 der von Schultze herausgegebenen „forstlichen Blätter" S. 158 findet sich aber eine interessante Mittheilung über einen auf Kalkboden stockenden, 70—80 jährigen Rothbuchenbestand, dessen prächtig gewachsene und noch kräftig vegetirende Stämme fast alle 4— 5 Fuss hoch, vom Wurzelknoten an gerechnet, rothfaul waren.

Pflanzen, vielleicht gar schon in der Keimpflanze vorkommen möge. Weitere Forschungen werden darüber Gewissheit bringen. So weit meine Beobachtungen reichen, beginnt bei der Fichte die Krankheit immer in den Wurzeln — ob in den äussersten Wurzelspitzen, weiss ich bis jetzt noch nicht — und verbreitet sich aus denselben aufwärts in den Stamm, in welchem sie mehr oder weniger hoch emporsteigt. Ich habe hier natürlich blos die im unverletzten Stamme sich ausbildende Rothfäule im Auge, auf diejenige, welche in von aussen her mechanisch verletzten Stämmen (in Folge von Entastungen, Harzscharren und Wildschälen) bisweilen sich entwickelt, werde ich später zu sprechen kommen.

Die beginnende Rothfäule zeigt sich bei der Fichte auf dem Querschnitt des Stammes (Stockes) unter der Form hellbräunlicher Flecke, welche in der Regel nicht im Mittelpunkte, sondern excentrisch gelegen sind. Denn gewöhnlich wird nicht das älteste Kernholz von der Krankheit ergriffen, sondern die jüngeren zwischen dem (fast nie rothfaul werdenden) Splint und dem inneren Kern befindlichen Holzschichten. Allmälig breiten sich diese Flecke, welche auf einem Längsschnitt durch den Stamm als bis in die Wurzeln hinabreichende Streifen erscheinen, aus und verwandeln sich in mit den Jahrringen parallel laufende Gürtel und Halbringe, bis sie zuletzt sich zu einem Ringe oder in der Längenrichtung betrachtet zu einem Cylinder ausbilden, welcher unbestimmt weit im Stamme emporreicht und sich sowohl nach oben als nach unten (in die Wurzeln hinein) in einzelne Stränge zertheilt. Anfangs ist das ergriffene Holzgewebe noch ganz fest, je dunkler es sich aber färbt, desto lockerer wird sein Gefüge und desto mehr beginnen die kranken Stellen feucht zu werden, bis schliesslich eine vollständige Zerfaserung unter Bildung von Jauche eintritt. Dabei wird die Farbe immer dunkler, erst rothbraun, zuletzt schwarzbraun, doch zeigt sich eine so dunkle Färbung nicht selten schon in dem noch vollkommen festen Holze. In stark ergriffenen Stämmen zeigen sich auf dem Querschnitt schwarze, speckige, meist den Jahrringen parallele, selten radial gehende Streifen, welche auf dem Längsschnitt als Lamellen oder Schichten erscheinen und sich nicht allein senkrecht erstrecken, sondern oft auch in querer Richtung das faule Holz durchsetzen und senkrecht durchschnitten zackige, schwarze Linien oder Streifen bilden (Taf. II. Fig. 11b). Häufig bemerkt man in solchem Holze auch schwarze oder schwarzbraune, längliche, stets senkrecht im Stamm sich erstreckende Flecke, welche von einer weissen, schwammighäutigen Masse umgeben sind (Fig. 11a). Allmälig greift die Fäulniss immer stärker um sich, das zerfaserte Holz löst sich auf und es bilden sich senkrechte Hohlräume, die mit schleimigen weisslichen Gewebmassen und brauner,

säuerlich oder wie nach Moor riechender Jauche erfüllt sind. Zuletzt wird der Stamm ganz hohl, so dass sein Holzkörper blos auf einen schmalen Splintring reducirt erscheint; doch findet sich oft der innerste Kern noch erhalten, der dann einen säulenförmigen centralen Strang bildet. Wird der Baum nicht gefällt oder vom Wind gebrochen, so stirbt er endlich ab und trocknet nach und nach aus. Dabei zerfällt die faule Holzmasse in ein roth- oder dunkelbraunes Pulver, welches dann den innern Hohlraum mehr oder weniger erfüllt. Ganz dasselbe tritt zuletzt auch in rothfaulen Eichen und andern Laubhölzern ein; ob aber hier die Rothfäule in derselben Weise, wie bei der Fichte, sich entwickelt oder nicht, habe ich zu beobachten bis jetzt noch keine Gelegenheit gehabt. Ebensowenig weiss ich aus eigener Beobachtung, ob bei der Fichte Kernschäligkeit vorkommt und ob überhaupt diese Krankheit blos eine besondere Form der Roth- oder Weissfäule, oder eine eigenthümliche Krankheit ist. Spätere Untersuchungen werden auch hierüber entscheiden.

Die Rothfäule ist jedenfalls die gefährlichste und daher wichtigste Holzkrankheit. Ich nenne sie so, weil sie das Holz zerstört, Rinde und Splint dagegen unberührt lässt und eben deshalb nicht so bald den Tod des von ihr befallenen Baumes herbeiführt. Es ist sattsam bekannt, dass rothfaule Bäume (z. B. Fichten) vollkommen freudig vegetiren, einen reichlichen Zuwachs zeigen und oft vollkommen frisch und gesund erscheinen. Bei sehr entwickelter Stockfäule bilden sich bei der Fichte allerdings nicht selten eigenthümliche bauchige Auftreibungen am Grunde des Stammes; diese Erscheinung ist jedoch ein trügerisches Symptom, denn sie kann ebenso gut von Masererzeugung herrühren. Sehr häufig wird man es weder der Fichte noch andern Holzarten ansehen können, ob sie rothfaul sind oder nicht. Die Rothfäule muss daher eine heimtückische Krankheit genannt werden. Der Verlust oder Ausfall an nutzbarem Holz (Nutz- und Brennholz), den sie zu verursachen vermag, ist höchst bedeutend, zumal in Fichtenwaldungen. Zu Nutzholz sind rothfaule Fichtenstämme meist gar nicht mehr zu gebrauchen und auch als Brennholz haben sie einen nur sehr geringen Werth. Aus den Angaben praktischer Forstmänner geht hervor, dass in vielen Fichtenbeständen von 60 bis 70 Jahren das von der Rothfäule herrührende Faulholz bis 10 Procent der gesammten Holzmasse beträgt. Dazu kommt, dass rothfaule Fichten sehr leicht vom Wind gebrochen und geworfen werden*). Es

*) Am 16. und 17. December 1850 wüthete bekanntlich ein heftiger Sturm in fast ganz Deutschland. In Süddeutschland allein wurden an jenen Tagen viele Tausend Klaftern Fichtenholz geworfen ohne Unterschied auf Lage, Alter und Stellung der Bestände. Fast alle geworfenen Fichten waren rothfaul!

wird daher kaum zu weit gegangen sein, wenn man behauptet, dass in dem gesammten Verbreitungsbezirk der Fichte alljährlich Tausende von Klaftern der Rothfäule zum Opfer fallen und folglich diese Holzkrankheit den Ertrag der Wälder und die Rente des Bodens sehr wesentlich verringert. Eine gründliche Erforschung ihrer Entwickelungsgeschichte, welche allein dazu führen kann, die wahre Ursache aufzufinden, dürfte daher nicht allein im Interesse der Wissenschaft sondern auch und ganz besonders in demjenigen der Forstwirthschaft geboten erscheinen.

2. Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung des rothfaulen Holzes.

a) Fichten- und Kiefernholz.

Das Material zu meinen Untersuchungen stammt von folgenden Oertlichkeiten: 1. von einem Osthange des Tharander Revieres im sogenannten Zeisiggrunde, wo in einem im Ganzen schönwüchsigen Fichtenbestand von ca. 70 Jahren Alter sich bei dem im Winter 1864—65 erfolgten Abtrieb sehr viele Stämme von verschiedensten Alter und Wuchse, dominirende und unterdrückte, grob- und feinjährige, als mehr oder weniger rothfaul herausgestellt hatten. Der Boden ist ziemlich tiefgründig, sandig-lehmig, frisch, sehr fruchtbar, der Untergrund Thonschiefer. Doch stocken die rothfaulen Fichten, welche theils vereinzelt, theils horstweise auftreten, nicht blos auf den fruchtbarsten Parthieen (in den Einschnitten und Vertiefungen des Hanges), sondern auch auf den oft nur mit dünner Bodenkrume bedeckten, trocknen und felsigen Erhabenheiten. 2. Vom Warnsdorfer Born auf Grillenburger Revier. Es ist ein Bestand dritter Altersklasse, welcher in ziemlich flacher Lage auf einem frischen, mit Moos und Beersträuchern bedeckten, mässig fruchtbaren Boden mit Quadersanduntergrund stockt. 3. aus dem Weisseritzthale bei der Grube Segen Gottes (Tharander Revier). Die rothfaulen Fichten, Bäume zweiter Altersklasse stehen auf angeschwemmten sandig-humosen frischem Erdreich. 4. Vom Höckendorfer Revier bei Tharand beim Pfarrbusch, von einem sehr trockenen, mit Haidekraut überzogenen, flachgründigen Standort mit sandigem Boden und Untergrund von Quadersandstein. 5. Vom Tannenhäuser Revier im sächsischen Voigtlande, in c. 2500 Fuss Höhe. Geharzte Fichten erster Altersklasse von schönem Wuchs auf fruchtbarem frischen Thonschieferboden. Bei allen von mir untersuchten Fichten dieser verschiedenartigen Standorte tritt die Rothfäule in derselben Weise auf (in der vorstehend beschriebenen) und zeigt sich das Holz in derselben Weise zerstört.

Es musste natürlich zunächst meine Aufgabe sein, die Hartig'sche braune Nachtfaser *(Nyctomyces fuscus)* zu constatiren; doch wollte mir dies nicht

so bald gelingen. Dagegen wollte es der Zufall, dass ich gleich bei der ersten Untersuchung sowohl rothfaulen Fichten- als später rothfaulen Eichenholzes einen reichlich fructificirenden Fadenpilz entdeckte, welcher an der Zerstörung des Holzgewebes offenbar den thätigsten Antheil nimmt. Deshalb habe ich diesen Pilz, welchen Herr Dr. Rabenhorst, dem ich meine Entdeckung mittheilte, für eine noch unbeschriebene Art der Gattung *Xenodochus* erklärte, *Xenodochus ligniperda* genannt. Deutsch wollen wir ihn als Rothfäulepilz oder Rothfäuleschimmel bezeichnen. Er bildet im vollkommen entwickelten Zustande ungegliederte, vielfach verzweigte, einfach contourirte, fadenförmige, bald farblose, bald licht bräunlich oder aschgrau gefärbte Schläuche und erzeugt die sehr zahlreichen, meist reihenweis angeordneten Früchte, welche ich anfangs für einfache Sporen hielt, die sich aber bald als Sporangien herausstellten, durch Abschnürung an den Schläuchen (Taf. I. Fig 1, 4, 5). Die jungen Sporangien sind lichtbraun oder auch bisweilen grünlichbraun, und ziemlich durchsichtig, die reifen dagegen dunkel schwarzbraun und fast undurchsichtig (Taf. II. Fig. 8). So reichlich dieser Pilz fructifizirt, so sind doch seine Früchte nicht in jedem rothfaulen Holze zu finden, indem sie nur in einem gewissen Stadium der Rothfäule zur Entwickelung zu gelangen scheinen, wohl aber wird man in jedem rothfaulen Fichtenstamm oder Stocke Spuren seines Daseins und seiner Thätigkeit wahrnehmen können. Denn entweder ist hier der Pilz in irgend einem Theile des erkrankten Holzgewebes in jugendlichem, noch nicht fructificirenden Zustande anzutreffen, oder die bereits mehr oder weniger zerstörten Zellen enthalten Reste seines Myceliums (Taf. II. Fig. 9. 10), oder, wie das ganz zerfaserte und verjauchte Holz, weitere Entwickelungszustände, welche weiter unten geschildert werden sollen. Schon dieses constante Vorkommen des Pilzes deutet darauf hin, dass derselbe keine zufällige Erscheinung sein kann, sondern dass er im innigsten Zusammenhange mit der als Rothfäule bezeichneten Krankheit des Holzes stehen muss. Diese Vermuthung wird zur Gewissheit durch seine zerstörende Thätigkeit, welche ihn als einen ächten Parasiten erscheinen lässt.

In licht gefärbtem, gelbröthlichem oder auch weissem, schwärzlich gestricheltem, noch vollkommen festem Holze eines von beginnender Rothfäule ergriffenen Kiefernstammes habe ich beobachtet, wie feine Myceliumfäden des *Xenodochus* längs der Wandungen der Zellen und dicht an dieselben angeschmiegt, gleichsam angesaugt hinlaufen (Taf. I. Fig. 1, 2, 4), in die Tüpfelkanäle der Markstrahlzellenwände ein- und durch dieselben hindurchdringen (Fig. 3a), die Tüpfelräume in den Radialwandungen der Holzzellen förmlich umstricken, oft dieselben durchbrechen, um aus einer Holzzelle in die andere hinüberzugehen

(Fig. 1 a, 4 b) und sich selbst zwischen die Zellen drängen (Fig. 1 b, 3 c, 4 c). In den Zellenwandungen entstandene, wie ausgefressen erscheinende Löcher sind längs ihrer unregelmässig gestalteten Ränder von ebensolchen zarten Pilzfäden umzogen (Fig. 3 b), weshalb deren Ränder, wie auch diejenigen der Zellenwände und Tüpfelräume bräunlich umsäumt erscheinen. Die in den Wandungen der Zellen (zuerst immer in den Radialwandungen der Markstrahlzellen) entstandenen unregelmässigen Löcher, welche nicht mit dem mehr oder weniger grossen Löchern verwechselt werden dürfen, die ihr Dasein der Zerstörung oder Auflösung der Tüpfelräume verdanken (Fig. 1 c, 3 d, 4 d) sehen offenbar so aus, als ob sie durch die, um mich so auszudrücken, „fressende“ Thätigkeit des Pilzes bewirkt worden wäre. Die Pilzfäden begnügen sich nicht damit, die Zellenwände zu durchbrechen, sie umstricken zugleich die Ränder der entstandenen Oeffnung und vergrössern dieselbe mehr und mehr. Da sie nun nicht im eigentlichen Sinne „fressen“ können, so lässt sich die Vergrösserung der durch sie hervorgebrachten Löcher, wie überhaupt deren Entstehung, nur durch eine chemisch zersetzende und aufsaugende Thätigkeit des Pilzes erklären. Dafür spricht die wenigstens oft von mir beobachtete Thatsache, dass dergleichen vom Pilz umstrickte oder umstrickt gewesene Zellenwandungen ohne vorhergegangene Behandlung mit Aetzkali durch Chlorzinkjodlösung sofort oder nach längerer Einwirkung purpurblau gefärbt werden (Taf. I. 1, II. 8). Es muss hier der eigentliche Holzstoff (das Lignin) mehr oder weniger verschwunden sein und die noch vorhandenen Membran der Zellenwand aus blosser Cellulose bestehen, sonst könnte diese Reaction nicht eintreten. Was ist nun natürlicher und folgerichtiger, als anzunehmen, dass die Myceliumfäden des Pilzes den Holzstoff zu ihrer eigenen Ernährung aufsaugen, überhaupt aber eine chemische Zersetzung und Auflösung der Zellenwand, da wo sie ihr angeschmiegt liegen, herbeiführen? Die bräunliche Färbung, welche sie selbst, wenigstens anfänglich (ältere Fäden sind meist farblos) besitzen, rührt vermuthlich von einer Humusverbindung her, die bei der Zersetzung der Zellenmembran gebildet wird. Oft mag die ganze Zellenmembran sich in dergleichen Humusverbindungen verwandeln oder der Zellenraum mit solchen sich erfüllen; wenigstens ist die mehr oder weniger intensiv braune Färbung, welches das erkrankte Holzgewebe oft annimmt und welche dessen mikroskopischer Untersuchung nicht selten die grössten Schwierigkeiten entgegensetzt, auf eine andere Weise kaum zu erklären. In den Umgebungen der Tüpfelräume erscheinen die Myceliumfäden gewöhnlich undeutlich gegliedert oder wie aus an einander gereihten Bläschen zusammengesetzt (Fig. 1 a), eine Erscheinung, die man auch nicht selten an den längs der Zellwandränder

und zwischen den Zellen hinlaufenden Fäden beobachtet. Ich vermuthe, dass dieser Zustand, überhaupt dass diese zarten bräunlichen, noch nicht fructifizirenden Fäden des *Xenodochus* identisch sind mit der braunen Nachtfaser. Wenigstens besteht zwischen ihnen und den von Hartig in seiner „Abhandlung über die Verwandlung der polycotyledonischen Pflanzenzelle etc." gegebenen Abbildungen eine unverkennbare Aehnlichkeit. Dies gilt namentlich von dem in rothfaulem Eichenholz auftretenden Mycelium (s. unten). Vollkommen rothfaules Kiefernholz habe ich zu untersuchen noch keine Gelegenheit gehabt. Ich weiss daher nicht, ob in solchem die längs der Zellenwände u. s. w. hinlaufenden Pilzfäden wirklich so deutlich gegliedert sind, wie sie Hartig abbildet, oder ebenfalls ungegliedert, wie die *Xenodochus*fäden der Fichte und Eiche. Die in der einzigen von mir untersuchten Kiefer beobachteten jungen immer sehr blass gefärbten Sporangien waren oft in lange Reihen geordnet, stellenweis auch massenhaft angehäuft und sahen allerdings wie an einander gereihte Bläschen aus (Fig. 2). Möglicherweise ist daher dieser Zustand des Pilzes Hartig's braune Nachtfaser und hat derselbe die Sporangien nicht als solche erkannt. Uebrigens habe ich denselben jugendlichen Zustand des *Xenodochus* in derselben Form kürzlich (Anfang Februar) auch in einigen Fichtenstöcken im Zeisiggrunde, welche den ersten Anfang der Rothfäule zeigten, aufgefunden.

Bereits in sochem den Anfang der Rothfäule zeigenden, noch ganz festem Kiefern- und Fichtenholze sind die Markstrahlen mehr oder weniger zerstört, während das eigentliche Holzgewebe im Ganzen noch wohl erhalten erscheint. Zwischen den über einander liegenden Markstrahlzellen haben sich Lücken gebildet (Taf. II. Fig. 16 a), weshalb schon bei schwacher Vergrösserung diese Zellen sehr deutlich von einander geschieden erscheinen. Diese Lücken können nur durch Auflösung und Aufsaugung der die Zellen verkittenden Intercellularsubstanz entstanden sein und was anderes könnte dies veranlasst haben, als das auch zwischen die Zellen sich drängende Mycelium des Rothfäulepilzes? (Taf. I. 3 c). Die Auflösung der Intercellularsubstanz muss eine Isolirung der Markstrahlzellen herbeiführen und folglich den Stoffwechsel zwischen denselben aufheben oder wenigstens bedeutend erschweren und verändern. Schon in Folge davon müsste ohne alle weitere Agentien ein Aufhören der Zellenfunctionen und eine Zersetzung der Zellenwände und des etwaigen Zelleninhalts allmälig eintreten. Aber die Pilzfäden begnügen sich nicht damit, die Intercellularsubstanz zu verzehren; sie dringen auch durch die Wandungen der Markstrahlzellen in deren Innenraum ein, überziehen und umstricken die Innenwände, verstopfen die Tüpfelkanäle (Taf. I. 3, II. 16), machen so allen ferneren Stoffwechsel unmöglich und saugen so zu sagen

die Zellenwände aus. In dieser bilden sich zunächst Risse (Fig. 16, 17), worauf einzelne Stücke der zersprungenen Zellwand herausfallen oder aufgelöst werden, bis zuletzt die ganzen Wandungen in unregelmässige Trümmer und Molecule zerfallen. Und zwar werden in dem mauerförmigen Zellgewebe der Markstrahlen die senkrechten Seitenwandungen (die Radialwände) immer zuerst zerstört, später die senkrechten oder schiefen Querwände, und erst ganz zuletzt die horizontalen nach oben und unten gekehrten Wandungen (die Decken und Böden der Markstrahlzellen). Denn Spuren der letzteren pflegen auch noch in dem ganz zerfaserten und nassfaulem Holze nachweisbar zu sein.

Die Zerstörung der eigentlichen Holzzellen erfolgt in ähnlicher Weise wie diejenige der Markstrahlzellen. Zunächst wird ebenfalls der Zellenkitt aufgelöst, indem feine Pilzfäden in die Intercellulargänge eindringen und von hier aus jene Substanz verzehren. Gleichzeitig oder bald darauf dringen solche Myceliumfäden, meist durch die Tüpfel der Radialwandungen in die Zellen hinein und überziehen deren innere Wandfläche. In Folge davon bilden sich allmählig Spalten und Risse in den Zellenwänden (Taf. II. Fig. 9, 11), bis endlich grosse Stücke derselben aufgelöst werden (zerfliessen?) und die Wandungen nur noch auf einzelne Fetzen reducirt erscheinen (Taf. II. Fig. 8). Und zwar werden die Radialwandungen zuerst, die Tangentialwandungen zuletzt zerstört. Bei dieser allmählig aber stetig fortschreitenden Zerstörung der Holzzellenwände, welche immer ausgeprägter wird, je mehr die Rothfäule um sich greift, d. h. je stärker sich das erkrankte Holz röthet oder bräunt und sich erweicht, treten einige in anatomischer Hinsicht höchst interessante und beachtenswerthe Erscheinungen hervor. Nicht allein in den eigentlichen Zellenwänden bilden sich in verschiedener Richtung verlaufende Risse und Spalten, sondern auch in den sogenannten Tüpfelräumen. Dieselben befinden sich bekanntlich zwischen den Radialwandungen der Holzzellen und erscheinen bei starker Vergrösserung in der Regel von einem Ringe umgeben (Taf. III. Fig. 18). Meine zahlreichen Untersuchungen der verschiedenen Zustände rothfaulen Fichtenholzes von der ersten Färbung des noch ganz festen Holzes an bis zu dessen völliger Zerfaserung und Verjauchung haben mir die feste Ueberzeugung beigebracht, dass die sogenannten Tüpfelräume eine linsenförmige, höchst zartwandige Zelle enthalten, deren Membran der flachtrichterförmigen Grube in der Aussenfläche einer jeden der beiden einander zugekehrten Radialwände der betreffenden Zellen innig angeschmiegt, ja im normalen (gesunden) Holzgewebe vermuthlich angewachsen ist. Für die Richtigkeit dieser Ansicht spricht: 1. die Thatsache, dass, wenn in rothfaulem Holze die einzelnen Zellen sich von einander trennen, die an der

Aussenfläche ihrer Radialwandung befindlichen Tüpfelräume sich sehr verschiedenartig darstellen, indem die einen als flache runde Vertiefungen, mit einem deutlichen scharf, oft doppelt contourirten Loche im Grunde (Fig. 18 a), die andere als convexe rundliche Körper mit einer Kreislinie im Centrum (18 b) erscheinen; 2. dass nicht selten in solchem Holz Hälften oder Trümmer von dergleichen convexen Körpern vorkommen, welche die Bläschennatur unzweifelhaft zur Schau tragen (Fig. 18 c); 3. dass sich isolirte Tüpfelzellen oft genug in dem zerfaserten und verjauchten Holzgewebe vorfinden (Fig. 22 b), welche bisweilen sogar von Pilzfäden durchwachsen sind (Fig. 23). Diese Tüpfelzellen scheinen mir wirklich vollkommen geschlossene Bläschen zu sein, als welche sie Karsten schon vor 20 Jahren erkannt und beschrieben hat*), denn die Kreislinie auf jeder ihrer beiden convexen Flächen ist offenbar nur der Eindruck, den das kreisförmige Loch im Grunde der flachen Tüpfelgrube der betreffenden Holzzellenwand in der zarten Membran der Tüpfelzelle hervorgebracht hat. Wegen der ausserordentlichen Zartheit dieser Membran, die nur unter Anwendung einer sehr starken Vergrösserung bei isolirten Tüpfelzellen undeutlich mit doppelten Conturen erscheint, kann aber dieselbe leicht zerreissen und dann wird sich ein wirkliches Loch in jeder Fläche der Tüpfelzellen befinden. In rothfaulem Fichtenholz sind die Tüpfel zwischen den an einander liegenden Holzzellen meist durchbort oder offen, sei es, dass die Membranen der Tüpfelzellen durch aus einer Zelle in die andere übergehende Myceliumfäden durchbrochen wurden, sei es, dass sie, vielleicht in Folge der gestörten Functionen der Zellenthätigkeit von selbst zerrissen und sich auflösten. Die Tüpfelzellenräume, d. h. die flachen Gruben in der Aussenfläche der Radialwände der Holzzellen, worin die Tüpfelzellen liegen, halte ich für wirkliche Löcher von flach trichterförmiger Gestalt (Fig. 18 d), es müsste denn sein, dass sie nach innen zu durch die tertiäre Membran, welche nach v. Mohl und Schacht die vollkommen ausgewachsene Zelle auskleidet, geschlossen würden. Wäre dies nicht der Fall, was mir wahrscheinlicher ist, so würde das im Grunde (Centrum) jeder solcher Grube befindliche runde Loch lediglich durch die zarte Membran der davor liegenden Tüpfelzelle geschlossen werden**). Die Zerstörung der Tüpfelzellen bei der Rothfäule wird, abgesehen von der Durchbohrung oder Auflösung der Membran innerhalb der kreisförmig abgegrenzten Stelle, durch Risse eingeleitet, welche die zarte Membran durchsetzen (Fig. 18 c). Wie bildet sich aber und welche

*) Vgl. Karsten, Gesammelte Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Bd. I. 1865. S. 177.

**) Mehr hierüber gedenke ich in einem besondern Aufsatze mitzutheilen, wo auch die neueren Beobachtungen von Schacht, Dippel, Hartig u. A. über die Tüpfel der Nadelhölzer berücksichtigt werden sollen.

Bedeutung hat der jeden Tüpfelraum umgebende Ring? Dass derselbe ein selbstständiges Organ ist, beweist das häufige Vorkommen isolirter, d. h. von der Zellenwand abgelöster ganzer oder zerbrochener Ringe in der Jauche rothfauler Fichtenstöcke und zwischen den Zellen des zerfaserten Holzes (Fig. 22). Ja einigemale ist es mir gelungen, die Loslösung des Ringes vom Tüpfelzellraum zu beobachten (Fig. 19 a). Sind nun diese seltsamen Organe ringförmige Verdickungen des äusseren Randes der Tüpfelzellenräume, oder gehören sie zu der Tüpfelzelle und trennen sich zunächst von dieser, oder entstehen sie durch eine Ausfüllung eines ringförmigen Raumes zwischen der Kante der Tüpfelzelle und der Grenze der sich berührenden Tüpfelzellenräume mit Zell- oder Holzstoff? Die Beantwortung dieser Fragen, welche nur ein anatomisches Interesse hat und deshalb nicht hierher gehört, muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. So viel steht aber fest, dass jene Ringe der Zersetzung viel grösseren Widerstand leisten, als die Tüpfelzellen, ja als die Radialwandungen der Holzzellen, denn oft findet man sie in solchem rothfaulen Holze, wo die Radialwandungen bereits ganz, oder fast ganz aufgelöst sind, noch wohl erhalten an den Stellen, wo die Tüpfelzellen und deren Gruben sich befunden hatten (Fig. 21). Die dünne Wand der letzteren wird oft auch gänzlich zerstört und dann entstehen in der Zellenwand grosse runde Löcher, welche entweder noch von dem Ringe umgeben sind (Fig. 20 x) oder denselben verloren haben (20 y). Auf dieselbe oder wenigstens auf eine ganz ähnliche Weise entstehen offenbar auch die verschieden grossen, unregelmässig geformten Löcher, welche man schon beim Beginn der Rothfäule in den Radialwandungen der Holzzellen der Kiefer da, wo dieselben an die vorbeigehenden Markstrahlen grenzen, gewahrt (Taf. 1 c, 3 d, 4 d). Auch hier nämlich befinden sich verschieden geformte zartwandige Zellen zwischen den Holz- und Markstrahlzellen eingefügt, welche sich sehr leicht loszulösen scheinen. Mehrmals habe ich bei Radialschnitten durch solches Kiefernholz dergleichen isolirte Zwischenzellen, welche ihrem Ansehen nach an den Rändern ebenfalls mit gebogenen Flächen ausgebildet sein müssen, beobachtet (Fig. 4 e). Es scheinen aber da, wo sie zwischen die Holz- und Markstrahlzellen eingefügt sind, in der Wandung der ersteren keine grubigen Vertiefungen vorhanden zu sein. Gegen die Grenzen der Markstrahlen hin kommen auf den Radialwandungen der Holzzellen, oder, was dasselbe ist, auf den diesen zugekehrten Wandungen der Markstrahlzellen auch kleine runde von Höfen umgebene Tüpfel vor (Fig. 1 d, 16 b, 17 a), welche schon Schacht beobachtet und abgebildet hat*). Auch diese Tüpfel bestehen aus mit einer oft spaltenförmigen

*) Die Pflanzenzelle. Taf. XII. Fig. 7.

Oeffnung versehenen Gruben der Zellenwand und einer darin liegenden kleinen Tüpfelzelle (Fig. 19 b, Fichtenholz). Dergleichen kleine Tüpfelräume mit Tüpfelzelle müssen selbst bisweilen in den Querwänden der Markstrahlen vorkommen. Wenigstens habe ich einmal solche sehr schön in einer senkrecht durchschnittenen schief gestellten Querwand beobachtet (Taf. II. Fig. 16 c, 17 b).

Die fortschreitende Zertrümmerung der Holzzellenwände erfolgt auf zweierlei Weise. Am häufigsten (bei Radialwandungen, wie es scheint, immer) zerspringt die Wand in unregelmässige Stücke, die sich oft über einander schieben. Dann gleicht die Oberfläche einer solchen Zelle der geborstenen Eisdecke eines Flusses, wo sich die Schollen auch durch- und übereinander schieben (Taf. II. Fig. 12). Selten kommt es vor (wie mich bedünken will, nur bei Tangentialwandungen), dass sich Spalten in der Wandung bilden, welche sich alle nach einer Richtung und zwar schief über die Fläche erstrecken und der Zelle eine entfernte Aehnlichkeit mit einem Netzfasergefäss verleihen (Fig. 13). Dergleichen Wandungen werden durch Chlorzinkjodlösung schön goldgelb gefärbt, eine purpurblaue Färbung tritt erst nach Behandlung mit Aetzkali ein, ein Beweis, dass aus ihnen der Holzstoff noch keineswegs verschwunden ist. Aus Zellen in diesem Stadium der Zerstörung pflegt das gelbrothe bis rothbraune, bereits aufgelockerte Holz, welches an das festere lichter gefärbte grenzt und bei vorgeschrittener Rothfäule oft das ganze Innere des Stammes oder Stockes, sowie der Wurzeln einnimmt, zusammengesetzt zu sein. Häufig findet man in solchem zerstörten Gewebe, wenigstens in grossen Parthieen desselben, keine Spur mehr von dem Pilze. Diese Erscheinung kann auf verschiedenen Ursachen beruhen. Es können die zarten Myceliumfäden wirklich verschwunden (aufgelöst worden), es kann überhaupt gar kein Pilz vorhanden gewesen sein. Wenigstens ist es mir mehr als wahrscheinlich, dass, wenn einmal in irgend einer Zone der Wurzel des Stockes oder Stammes die Holzzersetzung durch den Pilz eingeleitet worden ist, dieselbe auch ohne fernere Mitwirkung des Pilzes von selbst um sich greift und weiter fortsetzt, zumal wenn schwammiges Gewebe (dünnwandige weite Holzzellen, wie dergleichen bei warmer Lage und reichlicher Nahrung sich bilden) den Zersetzungsprocess der functionslos gewordenen Zellen begünstigen.

Je weiter die Zerstörung des Holzgewebes fortschreitet, desto lockerer, weicher, fasriger, leichter und feuchter wird dasselbe. Indem die dünnwandigen Zellen des Frühlingsholzes jedes Jahrringes zuerst zertört werden, trennt sich allmählig die ganze Holzmasse in senkrechte mit den Grenzen der Jahrringe parallele Schichten oder Blätter, welche aus den dickwandigen, noch mehr oder weniger fest zusammenhängenden Zellen des Sommer- und

Herbstholzes bestehen und auf ihren Flächen siebartig durchlöchert erscheinen, weil fast alle Markstrahlen aufgelöst und aus ihnen verschwunden sind. Solches in der Zerfaserung bereits begriffene, mehr oder weniger nasse Holz ist gewöhnlich stellenweis von schwarzen Membranen sowohl in senkrechter, als in horizontaler Richtung durchzogen und letztere bilden auf Längsschnitten zackige Linien oder Streifen (Taf. II. Fig. 7b). Die senkrechten schwarzen Schichten sind oft von bedeutender Stärke und bilden dann speckige Massen. Ausserdem ist solches rothfaule Holz sehr gewöhnlich von zahllosen länglichen, dunkelbraunen, in der Richtung der Längenaxe des Stammes gestreckten Flecken, welche wie eingeschrumpft und von zarten weissen Membranen umgeben erscheinen, förmlich durchspickt (Fig. 7a). Endlich finden sich, besonders im Stocke, wo die Holzzerstörung an Intensität am schnellsten zunimmt, kleine längliche Nester einer schwarzen pulvrigen oder schmierigen Substanz und in der ganzen nassfaulen Holzmasse ein weisses flockiges Gewebe, welches alle Spalten ausfüllt, und an zahllosen Stellen ebenfalls kleine Nester bildet. Nach aussen pflegt das röthliche nassfaule Holz von einem Cylinder festen, schwärzlich gefärbten Holzes umgeben zu sein, zwischen welchem und der Rinde das noch gesunde oder scheinbar gesunde, weisse, feste, oft nur aus wenigen Jahrringen bestehende Holz liegt. Auch wechseln oft mehrere weisse und schwärzliche Cylinder mit einander ab, ja es kommen selbst rothe nassfaule Parthieen zwischen ihnen vor. Bei diesem Stadium der Rothfäule ergiebt die mikroskopische Untersuchung Folgendes:

1. Das weisse, feste Holz (meist nur Splintholz) ist in der Regel vollkommen gesund und normal beschaffen, höchstens zeigen die an das schwärzliche Holz grenzenden Zellen offene Tüpfel und durch solche hindurchgehende Myceliumfäden des *Xenodochus.*

2. Das schwärzliche (auf weissem Grunde schwarz gestrichelte und punktirte) Holz lässt auf Radialschnitten bereits eine bedeutende Zerstörung erkennen. Die Markstrahlen sind mehr oder weniger zertrümmert, zum Theil schon in völliger Auflösung begriffen, die Holzzellenwände zersprungen, oft schon durchlöchert. Das ganze Gewebe ist von meist farblosen, oft in einzelne Stücke zerfallenen, offenbar bereits abgestorbenen Myceliumfäden des Rothfäulepilzes durchzogen. Sporangien finden sich nicht oder nur noch vereinzelt.

3. Die schwarzbraunen speckigen Schichten und zickzackförmig verlaufenden Membranen bestehen aus Zellen, welche mit einer stückigen, darmähnlich gewundenen Masse von orangegelber bis dunkelbrauner Farbe dicht angefüllt (Taf. II., Fig. 15) und deren Wandungen theilweise in völliger Auflösung begriffen sind. Dabei zertheilen sich die Zellenwände in feine Fasern,

welche schliesslich in Molecule zerbröckeln. Chlorzinkjodlösung färbt solches Gewebe auch nach Behandlung mit Aetzkali nicht mehr purpurblau. Es muss daher nicht allein der Holzstoff ausgezogen, sondern auch die Cellulose chemisch verändert (vielleicht in Bassorin umgewandelt?) sein. Die Zellen haben zugleich sehr an Härte und Starrheit verloren, denn solches Gewebe schneidet sich wie Leder oder Fleisch. Diese Membranen und Schichten werden beim Austrocknen zu schwarzen brüchigen Krusten.*) Sie sind mehr oder weniger durchzogen von farblosen oder gelblichen Myceliumfäden, welche an ihrer innern Fläche (bei den senkrechten Schichten) bisweilen gallertartige braune Schwammschichten bilden, in denen man zahlreiche Sporangientrümmer des *Xenodochus* findet. Die erwähnte stückige oder krumige, darmähnlich gewundene Masse findet sich übrigens nicht blos in und zwischen solchen in Auflösung begriffenen Zellen, sondern oft schon beim ersten Beginn der Krankheit in den Markstrahl- und auch in einzelnen Holzzellen, dieselben entweder ganz erfüllend oder nur längs der Innenwände auskleidend. Ja, sehr oft ist dies das erste Symptom der beginnenden Krankheit. Ich vermag nicht mit Bestimmtheit zu sagen, woraus diese Masse bestehen möge, werde übrigens bei der Schilderung des Verlaufs der Rothfäule und der Entwickelungsgeschichte des Rothfäulepilzes nochmals auf sie zurückkommen.**)

4. Das rothgelbe bis rothbraune, weiche, nasse Holzgewebe zeigt die Markstrahlen gänzlich zerstört und die Wandungen der Holzzellen mehr oder weniger ausgelaugt, denn Chlorzinkjodlösung färbt dieselben, wenigstens nach längerer (oft erst 24stündiger) Einwirkung purpurblau. Aus den Radialwandungen sind fast überall die Tüpfelzellen herausgefallen, welche als runde oder anders geformte Scheiben durch das ganze Gewebe umhergestreut erscheinen. Das ganze Gewebe ist von farblosen vielfach verzweigten Pilzfäden (Taf. III., Fig. 21, 22, 25) durchzogen, während Trümmer von Xenodochusfäden- und Sporangien im Innern der schon sehr zerstörten Holzzellen in Menge vorkommen. Das Wasser des Objektträgers wimmelt von beweglichen Körperchen, welche aus dem faulen Holzgewebe hervorgetreten sind (s. unten die Entwickelungsgeschichte des Pilzes).

5. Die eingetrockneten, schwarzbraunen, von milchweissen häutigen Geweben umgebenen Flecken (Taf. II. Fig. 7 a) bestehen aus Parthieen völlig

*) Diese schwarzen Schichten sind offenbar identisch mit den „Telephoren ähnlichen Häuten," welche Hartig a. a. O. aus kernschäligen Kiefer- und Eichenholz beschreibt. Dieselben sind nach ihm eine eigenthümliche Entwickelungsform seiner braunen Nachtfaser.

**) Auf der Tafel zu meinem Aufsatze über die Rothfäule der Fichte in Karsten's Zeitschrift ist diese Masse in Fig. 7 als ein feinfädiges Geflecht dargestellt, was nicht richtig ist und auf einer fehlerhaften Beobachtung beruhte.

ausgelaugter Holzzellenbündel. In solchen Bündeln sind die Zellen theils vollkommen isolirt, theils hängen je 3 bis 5 noch lose zusammen (Fig. 9). Gewöhnlich ist jede Zelle in der Mitte durchsichtig braun, an beiden Enden dagegen farblos. Letztere färben sich bei Berührung mit Chlorzinkjodlösung augenblicklich prächtig purpurblau (Fig. 10), während die gebräunten Theile nicht gefärbt werden. Alle diese Zellen zeigen zerprungene Wandungen und enthalten zahlreiche Trümmer von Xenodochusfäden, welche in der gebräunten Zellenzone ebenfalls braun, jedoch durchsichtig sind und wie geräuchert aussehen (Fig. 9). Das milchweisse Gewebe um die braunen Flecke ist aus vollkommen ausgelaugten Holzzellen zusammengesetzt, welche im Wasser sich oft sofort von einander loslösen,*) mit Chlorzinkjodlösung sich augenblicklich purpurblau färben und von den schon erwähnten farblosen Pilzfäden durchzogen sind (Fig. 10).

6. Aus eben solchen und zwar vielfach verschlungenen Pilzfäden, welche sich durch die kolbigen Enden ihrer Zweige, durch ihre oft deutlich doppelt contourirten Wände, durch die kleinen gelblichen Körner, die sie an den Verzweigungsstellen und da, wo seitliche Auftreibungen sind, enthalten, und durch ihre völlige Sterilität hinreichend von den Xenodochusschläuchen unterscheiden, besteht das weisse flockige Schimmelgewebe, welches in dem nassen Holze Nester bildet und dasselbe überhaupt in allen Richtungen üppig wuchernd durchzieht. Dieser Schimmel ist offenbar eine secundäre Bildung, trägt aber wesentlich zur gänzlichen Auflösung des Holzgewebes bei, indem er sich — das ist wenigstens sehr wahrscheinlich — von den Stoffen der zerfliessenden Holzzellen ernährt. Da die in kernschäligen Eichen und Buchen oft in mächtigen, senkrechten Schwammschichten vorkommende weisse Nachtfaser Hartig's (*Nyctomyces candidus*) nach meinen Untersuchungen aus fast völlig ähnlichen Pilzfäden besteht (Taf. IV. Fig. 46) und auch der in Rede stehende Fadenpilz in rothfaulen verjauchten Fichtenstämmen in grossen weissaussehenden Massen vorkommt, so halte ich diesen Pilz für identisch mit der weissen Nachtfaser und werde ihn deshalb fernerhin nur mit diesem Namen bezeichnen. In den von diesem Pilzgeflecht gebildeten Nestern oder Flocken, welche im Holzgewebe entstandene Lücken ausfüllen, befinden sich allerlei Trümmer der zerstörten Holzzellen (Taf. III. Fig. 20, 21, 22), die gleich den Pilzfäden selbst durch Chlorzinkjodlösung goldgelb gefärbt werden.

7. Die pulvrigen oder schmierigen schwarzen Häufchen zeigen sich in der Hauptsache aus zahllosen Körnchen von verschiedener Form und Grösse

*) Auch diese ausgelaugten Zellen hat bereits Hartig beobachtet und (a. a. O. S. 37) beschrieben, und zwar aus rothfaulem Eichenholz.

zusammengesetzt, welche sich im Wassér mehr oder weniger lebhaft bewegen. Viele der grössern sind paarweis oder zu dreien und mehr an einander gereiht, oder selbst zu stabförmigen Aggregaten vereinigt. Dazwischen befinden sich Sporangientrümmer des Rothfäulepilzes und zarte Fäden der weissen Nachtfaser (Taf. III. Fig. 24).

Häufig erscheinen einzelne Parthieen des nassfaulen zerfaserten Holzgewebes schwärzlich gefärbt. Diese wimmeln dann von isolirten und reihen- oder gruppenweis verbundenen, vollkommen reifen und undurchsichtig schwarzbraunen Sporangien des *Xenodochus*, während dessen Schläuche fast ganz verschwunden sind. Viele von solchen Sporangien sehen aus wie aufgequollen, haben sich vergrössert und ihre Form verändert (Taf. III. Fig. 26). Auch solches Gewebe ist durchfilzt von der weissen Nachtfaser und wimmelt von sich bewegenden Körnchen.

Das letzte Stadium der Rothfäule ist dasjenige der völligen Verjauchung. Unter der Einwirkung der immer üppiger wuchernden Nachtfaser zerfliesst das zerfaserte Holzgewebe allmählig in eine braune, torfartig riechende und schwach sauer reagirende Jauche, welche nicht nur die entstandenen grössern Hohlräume erfüllt, sondern die ganze noch vorhandene schwammige Holzmasse durchdringt. Letztere erscheint meist auf papierdünne, tangentiale Membranen reducirt, zwischen denen die weisse Nachtfaser in dichten Filzen vorkommt. Auch die Membranen selbst sind mehr aus diesem Pilzgeflecht als aus Holzzellenresten zusammengesetzt. In den jaucheerfüllten Hohlräumen endlich bildet die Nachtfaser oft grosse, weissliche Klumpen und lange Stränge von schleimiger Beschaffenheit, welche zahlreiche Holzzellenreste, sowie isolirte Sporangien des *Xenodochus*, Sporangientrümmer und Millionen sich bewegender Körnchen enthält. Dieselben Gegenstände kommen auch in der Jauche selbst in Menge vor. Ist das Innere des Stammes dem Zutritt der atmosphärischen Luft zugänglich (z. B. in Stöcken und gefällten Stämmen), so gesellen sich bald Infusorien und Würmchen (*Anguillula*) zu den kleinen beweglichen Körnchen.

In solchen verjauchten Stöcken und Stämmen tritt in den von der weissen Nachtfaser durchwachsenen Holzmembranen häufig ein reichlich fructificirender Fadenpilz auf, welcher sich schon durch seine prächtig dunkelblaue oder schwarzviolette Farbe sowohl von der Nachtfaser als von dem Rothfäulepilz unterscheidet. Er zeigt aber auch eine ganz andere Organisation, denn er besteht aus deutlich gegliederteu Schläuchen mit doppelt contourirten Wandungen, welche helle Körner einschliessen und steife schnabelförmige Aeste, nicht selten unter rechtem Winkel aussenden, an denen die länglichen, deutlich septirten Früchte meist trauben- oder büschelförmig

gruppirt stehen (Taf. IV. Fig. 34—36). Letztere fallen leicht ab und finden sich daher, oft im Verein mit isolirten Xenodochussporangien in Menge in dem schwammigen Gewebe umhergestreut, vereinzelt aber sparsam auch in der Jauche. Trocknet schliesslich ein solcher verjauchter Stock oder Stamm aus, wo er dann vollkommen hohl und im Grunde mit schwarzbrauner pulveriger Masse (sogenannter „Holzerde"), angefüllt erscheint, so findet man Tausende von Sporangien dieses Pilzes in der schwarzen pulverigen Kruste, welche die Innenwand des noch übrig gebliebenen festen Holzcylinders zu überziehen pflegt und in der Hauptsache aus vertrockneten Zellentrümmern und jener stückigen nunmehr schwarz gewordenen Masse, welche oben S. 74 beschrieben worden ist, besteht. Auch dieser durch seine Färbung so ausgezeichnete Fadenpilz ist nach Rabenhorst noch unbekannt und bildet diesem ausgezeichneten Mykologen zufolge sogar eine neue, noch unbeschriebene Gattung. Wegen der ihn so sehr charakterisirenden storchschnabelförmigen Aeste und seiner Farbe will ich ihn *Rhynchomyces violaceus* (violetten Schnabelschimmel) nennen.*) Von der Rolle, welche er bei der Rothfäule spielt, wird im dritten und vierten Abschnitt die Rede sein.

b) Tannenholz.

Ueber rothfaules Tannenholz habe ich bisher nur eine einzige und blos flüchtige Untersuchung anstellen können. Das mir zu Gebote stehende Material war ein kaum zolldicker Abschnitt eines 60jährigen Tannenstocks vom Tharander Walde, welcher den Anfang der Rothfäule zeigte. Der betreffende Stamm scheint ein beherrschter gewesen zu sein, denn er hat anfangs breite, dann immer engere Jahrringe gebildet und in den letzten 20 Jahren einen nur sehr geringen Zuwachs gehabt. Die mir vorliegende Scheibe zeigt rothgelbe Flecken, welche zum Theil schon unter der Rinde beginnen, hin und wieder kleine schwärzliche Stellen einschliessen und sich einwärts ungefähr bis zur Hälfte des Radius erstrecken. Dieses gelbroth gefärbte Holz ist noch vollkommen fest. Die mikroskopische Untersuchung ergiebt, dass die Markstrahlzellen theilweis mit derselben röthlichgelben stückigen Masse erfüllt und ausgekleidet sind, welche man auch bei rothfaulem Fichtenholz im ersten Stadium der Krankheit so häufig findet. Wie dort verstopft diese Masse alle Tüpfelkanäle und erfüllt hin und wieder auch Theile der angrenzenden Holzzellen. Viele der letzteren sind ihrer ganzen Länge nach licht gebräunt und von feinen Pilzfäden ausgekleidet, welche den jungen Mycelium-

*) In Karsten's Zeitschrift a. a. O. habe ich diesen Pilz wegen der oft traubenförmigen Gruppirung der Früchte *Staphylosporium* (von σταφυλος, Traube) genannt. Der Name *Rhynchomyces* (von ῥυγχος, Schnauze, Rüssel, Schnabel) scheint mir aber bezeichnender.

schläuchen des *Xenodochus ligniperda* (s. Taf. I. Fig. 3, 4) vollkommen gleichen. Auch hier erscheinen die Tüpfel häufig umstrickt und durchbrochen, die Radialwandungen zersprungen ganz wie bei rothfaulem Fichtenholz. Sporangien habe ich bis jetzt nicht finden können, wohl aber Mycelium-schläuche, welche sich zur Sporangienbildung anschicken zu wollen scheinen. Es leidet daher kaum einen Zweifel, dass auch in dieser Tanne der Rothfäulepilz bei der Verderbniss des Holzes thätig gewesen ist, weshalb ich berechtigt zu sein glaube, annehmen zu dürfen, dass jener Pilz in derselben Weise in allen rothfaulen Tannen vorkommen werde, wie er in den rothfaulen Fichten auftritt. Ob, wie es allerdings scheint, die Tanne seltener rothfaul wird, als die Fichten, vermag ich eben so wenig zu behaupten, als ich dafür einen Grund anzugeben wüsste. In Anbetracht der Thatsache, dass das Tannenholz keine Harzgänge enthält, Harz aber ein die Fäulniss verhindernder oder solche erschwerender Stoff ist, möchte man gerade das Gegentheil vermuthen.

c) Eichenholz.

Auch bezüglich der Rothfäule der Eichen ist nur eine Reihe von Untersuchungen möglich gewesen, deren hauptsächlichste Resultate ich bereits in meinem in der forstlichen Section der XXV. Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe zu Dresden über die Rothfäule gehaltenen Vortrage mitgetheilt habe. Als Material diente mir ein Stück eines circa 120jährigen rothfaulen Stammes aus dem Waldort Niederleiten des Tharander Reviers, welches fast alle Stadien der Rothfäule erkennen lässt und in den mittleren Theilen des Holzkörpers bereits gänzlich zerstört und in braune pulverige (frisch schmierige) Masse aufgelöst war. Der betreffende Stamm hatte in den ersten 20 Jahren ziemlich breite Jahrringe gemacht, dann aber nur höchst geringen Zuwachs gehabt, ob wegen Ueberschirmung oder aus Mangel an Nahrung, vermag ich nicht anzugeben. Ausserdem habe ich ein Stück der in rothfaulen und kernschäligen starken Eichen häufig in Form mächtiger senkrechter weisser Schwammschichten auftretenden Nachtfaser, welches sich in der forstlichen Sammlung unserer Akademie befindet und vom Wermsdorfer Wald stammt, sowie einige Eichenholzstücke der akademischen Hölzersammlung, welche den Anfang der Rothfäule zeigen, der mikroskopischen Untersuchung unterworfen. Um Wiederholungen zu vermeiden, will ich die Resultate meiner Forschungen kurz zusammen fassen.

1. Auch bei der Eiche zeigen sich die ersten Spuren der beginnenden Krankheit in den Markstrahlen. Es tritt hier jene stückige, darmähnlich gewundene Masse auf, welche bald das Lumen der einzelnen Zellen ganz

anfüllt, bald sich nur in Klümpchen und an einzelnen Zellen längs der Innenwandung vorfindet und gelb bis orangeroth oder auch bräunlich gefärbt vorkommt. Ist diese Masse, welche auch in die angrenzenden Holzzellen eindringt, in Menge vorhanden, so zeigt das Holz eine gelb- bis braunröthliche Färbung. Aus dieser Masse entspringen dünne braune Myceliumfäden, welche die Innenwandung der Zellen überziehen, in die Tüpfelkanäle hinein- und durch dieselben aus einer Zelle in die andere dringen, sich zwischen die Zellen drängen und hier die Intercellularsubstanz verzehren, kurz, sich ganz so verhalten wie die jungen Myceliumfäden des Rothfäulepilzes der Fichte. Diese Fäden sind ungegliedert, erscheinen aber durch Einschnürungen häufig wie gegliedert und dann aus an einander gereihten Bläschen zusammengesetzt und dürften daher auch hier identisch mit Hartig's brauner Nachtfaser sein (Taf. IV. Fig. 39, 40, 41).

2. Dieselben Myceliumfäden dringen, die Wandungen der Zellen gewaltsam (meist an den Tüpfeln) durchbrechend, in die Holzzellen und Gefässe ein, durchziehen dieselben in der verschiedensten Weise, an ihren Wandungen saugend, und schnüren sich hier in Reihen dunkelbrauner bis fast schwarzer Sporangien ab (Fig. 39, 41), welche ihrer Form und Structur nach (Fig. 43, 44) denen des Rothfäulepilzes der Fichte vollkommen gleichen. Ich halte daher diesen Pilz der Eiche für identisch mit *Xenodochus ligniperda*. Die intensive braune Färbung seiner Schläuche dürfte sich vielleicht aus der Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung des Eichenholzes verglichen mit derjenigen des Fichtenholzes erklären. Wie bei der Kiefer (Taf. I. Fig. 1), so bilden auch bei der Eiche die Xenodochusschläuche in den zerstörten Markstrahlen oft wirre Geflechte (Fig. 41).

3. Die Zerstörung des Holzes geschieht in derselben Weise, wie bei der Rothfäule der Fichte. Zuerst werden die Zellen durch Verzehrung des Zwischenzellenkitts isolirt (Fig. 40 a), sodann bilden sich Sprünge, Spalten und Löcher in den Wandungen. Und zwar werden auch hier die Radialwandungen der Markstrahl- und Holzzellen eher zerstört als die Tangentialwandungen der letztern und die Decken- und Bodenwände der ersteren. Die weiten getüpfelten Gefässe (Fig. 39a.) gehen noch eher zu Grunde als die Holzzellen, unter denen die parenchymatischen (Fig. 39 b) länger Widerstand leisten, als die prosenchymatischen (Fig. 39 c).

4. Fructificirende Pilzschläuche findet man vorzugsweise in dem bereits aufgelockerten und mehr oder weniger ausgelaugten Holze, welches eine schwärzliche Färbung zu zeigen und schon ziemlich morsch zu sein pflegt. Dasselbe grenzt an das roth- bis dunkelbraun gefärbte, noch feste Holz, welches von dem zerstörenden Mycelium durchzogen ist.

5. In dem stärker zerfaserten, in völliger Auflösung begriffenen dunkelbraunen Holzgewebe tritt ebenfalls die weisse Nachtfaser, vermengt mit Zellentrümmern und Sporangienstücken auf. Im Wasser des Objektträgers treten aus ihr zahlreiche bewegliche Körnchen hervor, die mit jenen des rothfaulen Fichtenholzes übereinstimmen.

6. Jene in nass-rothfaulem Fichtenholz so häufig vorkommenden schwarzbraunen speckigen Schichten und Membranen habe ich in dem von mir untersuchten Eichenstammstück nicht beobachtet. Ebenso wenig fanden sich in demselben die oben beschriebenen schwarzbraunen von milchweissen Bündeln ausgelaugter Holzzellen umgebenen Flecken.

7. Die schwarzbraune trocken-pulvrige Masse in den entstandenen Hohlräumen des gänzlich zerstörten Holzes besteht aus Zellentrümmern, Klumpen jener sub 1 beschriebenen braunen stückigen Masse, zusammengeschrumpften Pilzfäden, Sporangienschalen u. s. w. Auch aus ihr treten im Wasser bewegliche Körnchen in grosser Anzahl hervor.

8. Die in dichten lederartig filzigen Massen auftretende weisse Nachtfaser besteht aus einem wirren Geflecht vielfach verzweigter und sehr ungleich starker farbloser Schläuche, welche bei starker Vergrösserung, wenigstens stellenweis, doppelt contourirte Wandungen zeigen, ungegliedert sind, kleine gelbliche Körnchen einschliessen, besonders an den Theilungsstellen und da, wo sich seitliche Aussackungen befinden, und an den äussersten Zweigen keulig aufgetrieben erscheinen (Taf. IV. Fig. 45). Es gleicht folglich diese weisse Nachtfaser derjenigen der Fichte vollkommen (Taf. III, 25. IV, 35), nur pflegen hier die keuligen Enden der Zweige stärker entwickelt zu sein, als dort. In dem dichten Filz der von ihr gebildeten Schichten finden sich einzelne Xenodochussporangien (Fig. 45 a), Trümmer von Sporangienhäuten (45 b), zahlreiche gelbliche mit Körnchen angefüllte Scheiben (Kugeln 45 c; vergl. Taf. III, 27) und zahllose Körnchen verschiedener Grösse, welche zum Theil eine träge Bewegung zeigten. Das ganze Geflecht nebst den bisher erwähnten Einschlüssen (mit Ausnahme der dunkelbraunen Sporangien) wird durch Chlorzinkjodlösung schön goldgelb gefärbt (am intensivsten die breiten bandförmig erscheinenden, mit fein granulöser Masse angefüllten Schläuche, Fig. 45 d), während die zwischen den Fäden häufig vorkommenden isolirten Holzzellen und Zellentrümmer oft eine purpurblaue Färbung annehmen, folglich ihren Holzstoff verloren haben. Die den weissen Schwammschichten noch anhaftenden, ganz ausgetrockneten, braunrothen Holzreste bestanden aus mannichfach zerstörtem, mit Resten von Xenodochusfäden erfülltem Holzgewebe.

Ich habe ferner den Rothfäulepilz in dem Holze eines hohlgewordenen rothfaulen 5 Zoll starken Stockes eines im Frühling 1865 abgehauenen baumartigen Exemplars des Kreuzdorns (*Rhamnus catharticus L.*) am Schlossberge zu Tharand, auch Spuren desselben und eine ganz ähnliche Art und Weise der Holzzerstörung, wie die bisher geschilderte, in einem rothfaulen, gänzlich ausgetrockneten $4^1/_2$ Zoll starken Stammstücke der Baumhaide (*Erica arborea L.*) von den canarischen Inseln aufgefunden und glaube mich deshalb zu der Behauptung berechtigt, dass in allen Holzarten, welche der Rothfäule unterworfen sind, der *Xenodochus ligniperda* thätig ist. Mehr hierüber, überhaupt über die Rothfäule der Laubhölzer, sowie diejenige der Kiefer und Lärche, hoffe ich in einem zweiten Artikel in einem der folgenden Hefte dieses Werkes, wo zugleich auch die Weissfäule, wenigstens der Rothbuche, einer eingehenden Untersuchung unterzogen werden soll, mittheilen zu können. Bezüglich der Weissfäule habe ich bisher nur gelegentlich einige vorläufige Untersuchungen an sehr ungenügendem Material anstellen können. Diese sind natürlich noch nicht zur Veröffentlichung geeignet.

3. Entwickelungsgeschichte der bei der Rothfäule auftretenden Pilze.

Schon in meiner „vorläufigen Mittheilung über die Rothfäule der Fichte" in Karsten's Zeitschrift habe ich nachgewiesen, dass die weisse Nachtfaser durch den *Xenodochus ligniperda* erzeugt werde. Meine späteren Untersuchungen haben das dort Mitgetheilte nur bestätigt, zugleich aber ist es mir gelungen, einen genetischen Zusammenhang zwischen dem Rothfäulepilz und dem *Rhynchomyces violaceus* nachzuweisen, indem ich so glücklich war, die Entstehung des ersteren aus Sporen des letzteren zu beobachten, und umgekehrt die Entwickelung des blauen Schnabelpilzes aus der weissen Nachtfaser sowie auch direct aus keimenden Sporangien des Rothfäulepilzes.

Auf Taf. I. Fig. 4 ist die Entstehung des *Xenodochus ligniperda* dargestellt. Das ganze Gewebe jenes den Anfang der Rothfäule zeigenden Holzstückes wimmelte von durchsichtig-bräunlichen Kugelzellen verschiedener Grösse, deren fein granulöser Inhalt (x) eine lebhafte Molecularbewegung erkennen lässt. In Folge davon zeigen diese Kugelzellen selbst bisweilen eine träge rotirende Bewegung. Einzelne derselben (a) haben zarte Schläuche getrieben, welche ein Stück weit in radialer Richtung verlaufen, dann plötzlich, oft rechtwinklig umbiegen, an und zwischen den Wandungen der Holzzellen hingehen, zahlreiche Aeste abgeben, welche die Tüpfel umstricken (b) und in die Markstrahlen eindringen (Fig. 3), und sich endlich plötzlich verdicken, wobei sie bald deutlich gegliedert werden, um sich in Sporangien abzuschnüren,

was sowohl an ihren Enden (Fig. 1 e), als auch in ihrer Mitte (Fig. 1 f) geschieht. Jene Kugelzellen sind folglich Sporen und es ist somit der Beweis geführt, dass die braune Nachtfaser — denn diese kann kaum etwas Anderes sein, als das Mycelium des *Xenodochus* — aus in das Holzgewebe gelangten Sporen irgend eines bereits vorhanden gewesenen Pilzes, und nicht, wie Hartig behauptet, aus Zellenwandmoleculen (Monaden) hervorgeht. Die äusserst zarten Keimschläuche und auch ihre Verlängerungen und Verzweigungen sind einfach contourirt und stets ungegliedert; die Gliederung, welche sie bisweilen, namentlich an den Tüpfeln zeigen, scheint mir nur durch quere Einschnürungen bewirkt zu sein. Dagegen werden die *Xenodochus*schläuche deutlich septirt, wenn sie sich zur Sporangienerzeugung anschicken. Auch hier pflegt der Bildung der Scheidewände eine Einschnürung vorauszugehen (Fig. 1 e f, 39 x, 41 x). Die septirten Schläuche haben doppelt contourirte Seitenwände, ihre Glieder enthalten eine fein granulöse Masse. Ich vermuthe, dass dieselben nicht immer zu Sporangien werden, sondern oft sich in die Länge strecken und dann in Schläuche umgestalten mögen, wobei die Scheidewände in der Regel resorbirt werden; denn anders sind kaum die umfangreichen Geflechte von *Xenodochus*schläuchen zu erklären, welche sich ohne jegliche Fruchtbildung, in mehr oder weniger zertrümmertem Zustande bei den vorgeschrittenen Stadien der Rothfäule in dem Holzgewebe vorfinden (vergl. z. B. Fig. 9). Ob die abgeschnürten Glieder sich unmittelbar in Sporangien umgestalten oder diese durch Tochterzellenbildung in deren Innerem entstehen, vermag ich nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden. Einmal habe ich beim *Xenodochus* der Eiche eine unzweifelhafte Tochterzellenbildung durch Theilung des Inhalts einer Gliedzelle beobachtet (Fig. 43 x). Bisweilen scheinen die Sporangien auch seitlich aus einem Schlauch hervorzuwachsen (Fig. 5 a). Die reifen Sporangien sind sehr verschieden hinsichtlich ihrer Form und Grösse; letztere wechselt nach meinen Messungen von 0,00030 bis 0,00050 Paris. Zoll und beträgt im Mittel nach Rabenhorst 0,00035 engl. Zoll = $^1/_{258}$ Par. Linie oder $^1/_{112}$ Millimeter. Der Form nach sind sie bald kuglich, bald ellipsoidisch (Fig. 6), bald geschnäbelt. Letztere Form zeigen namentlich die Endglieder einer Sporangienreihe. Reife Sporangien werden durch Kochen in chlorsaurem Kali und Salpetersäure (durch das Schulze'sche Macerationsverfahren) durchsichtig, durchscheinend oft auch durch längeres Liegen in Chlorzinkjod- und Chlorcalciumlösung. Man sieht dann, dass sie aus einer doppelten Hülle bestehen, einer äusseren braunen (Fig. 5 c, x, 44 a), einer inneren dickeren (Fig. 5 c, y, 44 b) und einem Kern (Fig. 5 c, z, 44 c). Letzterer zeigt sich bei sehr durchsichtig gewordenen Sporangien aus kleinen Körnchen zusammengesetzt.

Ich habe mir wiederholt vergebliche Mühe gegeben, die *Xenodochus*-sporangien (in der Meinung, dass sie einfache Sporen seien) zum Keimen zu bringen. Wohl aber hatte ich häufig bei der Untersuchung rothfaulen Holzes Körnchen beobachtet, welche sich bewegten, und andere, welche im Innern eine Bewegung zeigten. Wie sehr war ich aber überrascht, als ich bei zufälliger Untersuchung der braunen Jauche aus nassfaulen Fichtenstöcken das ganze Gesichtsfeld von zahllosen sich bewegenden Punkten erfüllt sah, welche sich bei stärkerer Vergrösserung als unzweifelhafte Schwärmsporen herausstellten, ausserdem in der Jauche ganze, aber vergrösserte Sporangien, Trümmer von solchen (Taf. III. Fig. 30) und mit Körnchen erfüllte Scheiben (Fig. 27 a) entdeckte. Bald sollte es mir gelingen, das Aufplatzen von Sporangien (Fig. 27 c) zu beobachten. Der Vorgang ist folgender. In der durch die Auflösung der Zellen des Holzgewebes entstandenen Jauche quellen die ab- und aus den zerstörten Zellen herausgefallenen Sporangien allmählig auf, wobei sie nicht allein ihr Volumen sehr bedeutend vergrössern, sondern auch ihre Gestalt wesentlich verändern (Fig. 26). Endlich platzt die äussere braune Hülle und es dringt die innere, vollkommen durchsichtige, wie es scheint, gallertartige Membran mit dem in ihr eingeschlossenen, aus einer Menge von Körnern (Tochterzellen?) bestehenden Inhalt in Form einer rundlichen, gelblichen oder grünlichen, von einem breiten farblosen Rande umgebenen Scheibe hervor (Fig. 27 c). Dergleichen Scheiben oder vielmehr Sphäroide von verschiedener Grösse (denn auch die Sporangien variiren ja sehr bezüglich ihrer Grösse) finden sich in Menge sowohl in der Jauche als auch (wie ich später beobachtet habe) in den schleimigen Massen der weissen Nachtfaser, sogar noch in der vollkommen ausgetrockneten, zu dichten weissen Filzen gewordenen und Jahre lang aufbewahrten Nachtfaserschichten aus kernschäligen Eichen (Fig. 46 c). Ihre Gallert- oder Schleimhülle ist von verschiedener Dicke, scheint oft auch ganz zu fehlen, in welchem Falle sie sich wahrscheinlich aufgelöst hat. Die aufgeplatzten Sporangien sind immer von einem formlosen Schleim umgeben (Fig. 27), ebenso die aufgeplatzten Gallertkugeln und die aus denselben hervorgetretenen Körner oder Tochterzellen (Fig. 30), welche sich hierauf vergrössern (aufquellen?) und ebenfalls von einer Schleimhülle umgeben erscheinen (Fig. 29 a). Der Durchmesser der ausgetretenen Tochterzellen, die ich Keimkörner nennen will, beträgt 0,00001 bis 0,00002 Par. Zoll. Ein einziges Sporangium scheint deren eine grosse Anzahl enthalten zu können. Sie finden sich massenhaft in der Jauche, bald isolirt oder in regellosen Aggregaten bald zu perlschnurartigen Reihen gruppirt (Fig. 28). Desgleichen bestehen die schwärzlichen pulvrigen oder schmierigen Häufchen in ganz roth- und nassfaulem Fichtenholz (s.

oben S. 76) in der Hauptsache aus solchen Keimkörnern geplatzter *Xenodochus*sporangien (Fig. 24). Jedes Keimkorn enthält 1 bis 2, selten 3 Schwärmsporen, welche bei bestimmten Einstellungen des Mikroskops bald als schwärzliche opake, bald als durchsichtig-helle gelbgrünliche Körnchen erscheinen und sich lebhaft bewegen. Schon in der aus dem aufplatzenden Sporangium hervortretenden von der inneren Sporangienhaut umschlossenen Gallertkugel kann man die sich bewegenden Schwärmsporen in den dicht zusammengedrängten Keimkörnern mehr oder weniger deutlich wahrnehmen (Fig. 27 a). Endlich durchbrechen sie die Membran des sie einschliessenden Keimkorns (Fig. 29 b); der Umstand, dass letzteres nun kein Loch, sondern blos einen hellen, undeutlich umgrenzten Raum oder Kern in seinem Innern wahrnehmen lässt, scheint darauf hinzudeuten, dass auch die Membran der Keimkörner von gallertartiger Beschaffenheit sein muss. Die frei gewordenen Schwärmsporen sind kuglig und äusserst klein; ihr Durchmesser beträgt höchstens 0,000005 Par. Zoll. Ob sie wirklich gegenständige kurze Wimpern besitzen, wie ich in Karsten's Zeitschrift angegeben und auch in Fig. 29 b abgebildet habe, oder sich durch blosse Contraction ihrer jedenfalls gallertartigen Hülle, durch Ausstreckung und Einziehung rhizopodenartiger Fortsätze nach Art der Amöben fortbewegen, was mir nach meinen neuesten Beobachtungen nicht unwahrscheinlich ist, wage ich nicht zu entscheiden. Nach dem Aufhören der Bewegung, welche theils eine rotirende, theils eine stossweise geradlinige ist, kann man bei ihnen keine Spur von Wimpern wahrnehmen. Wie lange die Bewegung dieser kleinen Schwärmsporen dauern möge, habe ich bisher nicht ermitteln können; da aber selbst eingetrocknete Schwärmsporen sogar nach langer Zeit (z. B. aus ganz trocken gewordenem, Monate lang aufbewahrtem rothfaulem Holze, aus den Jahre lang aufbewahrten Filzen der weissen Eichen-Nachtfaser) bei Befeuchtung wieder lebendig werden, so glaube ich annehmen zu dürfen, dass die Schwärmsporen des Rothfäuleschimmels ihre Bewegungs- und folglich auch Lebensfähigkeit eine unbestimmt lange Zeit behalten. Die im Wasser des Objectträgers befindlichen Schwärmsporen ziehen sich allmählig nach den Rändern des Tropfens, woselbst sie sich auf dem Glase festsetzen; viele hängen sich wohl auch an die fadenförmigen Schläuche der weissen Nachtfaser, die in der Jauche niemals fehlen, an, wenn sie bei ihrer Fortbewegung zufällig auf solche stossen. Ja, haben sich mehrere Schwärmsporen an einen solchen Faden gehängt, so ziehen sie mitunter so stark daran, dass der ganze Faden hin und her schwankt, was sehr komisch aussieht.

Sobald die Schwärmsporen zur Ruhe gekommen sind, umgeben sie sich mit einer Schleimhülle. Indem sich nun eine an die andere reiht und ihre

in der Richtung der Reihe sich ausdehnenden Schleimhüllen mit einander verschmelzen, entstehen lange zarte Fäden mit darin eingeschlossenen, gedrängt oder entfernt stehenden, bald einzeln bald paarweise vorkommenden Schwärmsporen, die nun je nach der Einstellung des Mikroskops als dunkle opake oder als helle gelbgrünliche Körnchen erscheinen (Fig. 31 a, b). Ob das häufige paarweise Auftreten der zur Ruhe gekommenen Schwärmsporen in solchen Fäden auf einem bestimmten Gesetze beruhen oder eine zufällige Erscheinung sein möge, vermag ich ebenso wenig anzugeben als die Frage zu beantworten, ob die Schleimfäden solid oder hohl sind. Im letzten Falle müssten auch sie äusserst dünne Wandungen besitzen, denn sie erscheinen auch bei Anwendung der stärksten mir zu Gebote stehenden Vergrösserung (einer 900fachen) einfach contourirt. Oft verzweigen sich schon diese äusserst zarten Fäden und dann liegen an der Theilungsstelle, ebenso da, wo sich seitliche Auswüchse bilden, meist zwei Schwärmsporen neben einander. Die Enden der Fäden und ihre Zweige sind stets keulig erweitert (Fig. 31 b). Indem nun immer mehr Schwärmsporen in einen solchen Schleimfaden eintreten, entstehen stärkere mit gedrängt stehenden Körnern erfüllte oder besetzte Fäden, welche oft sehr höckerig (Fig. 31 c) und bisweilen von einer dicken Schleimhülle umgeben (Fig. 32) erscheinen. Allmählig verschwinden (zerfliessen?) die Körner, während der Faden sich zu verdicken und zu verzweigen fortfährt, bis zuletzt nur noch hin und wieder ein Körnchen in ihm vorhanden ist (Fig. 33). Dafür sind nun die meist geschlängelt verlaufenden und stellenweis höckrigen, übrigens einzeln gesehen farblosen, in Menge gesehen weiss oder gelbgrünlich erscheinenden Fäden offenbar zu hohlen Schläuchen geworden, denn sie zeigen bei starker Vergrösserung deutlich doppelt contourirte Wandungen (Fig. 33 x). Diese Schläuche sind völlig identisch mit denjenigen, welche das zerfaserte nassfaule Holz durchdringen und in den entstandenen Hohlräumen des Stammes die umfangreichen weissen Schwammmassen des *Nyctomyces candidus* bilden (Fig. 25, 46). Die weisse Nachtfaser entsteht folglich durch Aneinanderreihung der Schwärmsporen des Rothfäuleschimmels. Einige Male habe ich auch beobachtet, dass in der Entwickelung begriffene Nachtfaserschläuche von einem die Schwärmsporen noch einschliessenden Keimkorne aus ihren Anfang nehmen (Fig. 34). Da hier nicht die Membran des Keimkorns, sondern die dasselbe umgebende Schleimhülle sich — wie es mich wenigstens bedünken wollte — in einen Faden verlängert hatte, so kann hier selbstverständlich von einer Keimung nicht die Rede sein. Vielmehr scheint das unbewegliche Keimkorn freien Schwärmsporen nur als feste Unterlage gedient zu haben. Möglich, ja sehr wahrscheinlich sogar ist es, dass immer eine solche feste

Unterlage vorhanden sein muss, damit von da aus die Nachtfaserschläuche aufgebaut werden können. Als solche Unterlagen werden namentlich die Zellenwände des Holzgewebes und dessen Trümmer dienen.

Was wird nun aus dieser so üppig wuchernden weissen Nachtfaser, welche durchaus das Ansehen eines Myceliums und gar nicht dasjenige eines vollkommen fertigen, selbstständigen Pilzes hat? — Schon in Karstens Zeitschrift a. a. O. habe ich die Vermuthung ausgesprochen, dass sich der durch seine Färbung so sehr ausgezeichnete Schnabelpilz *(Rhynchomyces)* aus ihr entwickeln möge. Diese Vermuthung ist durch directe Beobachtung zur Gewissheit geworden. Fig. 35 auf Taf. IV. zeigt, wie aus der weissen Nachtfaser (a) ein aus breiteren unregelmässigen Schläuchen bestehendes Netzwerk (b) hervorgeht, aus welchem der blaue Schnabelpilz (c) entsteht, indem die mit granulöser Masse erfüllten Schläuche jenes Geflechts Aeste aussondern, welche Querscheidewände bekommen und eine licht bräunlich graue Färbung annehmen, die allmählig in die dunkelblaue übergeht. In Fig. 37 sieht man bei b die Entstehung des *Rhynchomyces*fadens aus dem Nachtfasergeflecht sehr deutlich. Die in den breiten unregelmässigen Schläuchen des Maschenwerks, welche deutlich doppelt contourirte Seitenwände haben, enthaltenen Körnchen sind identisch mit den zur Ruhe gekommenen Schwärmsporen der *Xenodochus*-sporangien. Die blauen septirten Schläuche besitzen ebenfalls doppelt contourirte Seitenwände, welche bei durchfallendem Licht gelblichbraun erscheinen; ihre Gliedzellen enthalten in einer Reihe gestellte runde Körner (Zellenkerne, Tochterzellen oder Conidien?) von lichtblauer Farbe (Fig. 36 a). Die schnabelförmigen Zweige, bisweilen auch die andern Aeste entspringen mit verschmälerter, wie eingeschnürter Basis aus dem bald geschlängelten bald geradlinig und oft auf weite Strecken hin laufenden Stämmen, weshalb sie wie gestielt aussehen (Fig. 34 a); aus der Spitze solcher Schnäbel, welche bald ungegliedert bald gegliedert sind, entwickelt sich bisweilen ein zweiter (Fig. 34 b). Die eigentlichen stets septirten Verzweigungen der Stämmchen scheinen anfangs immer (?) keulenförmig zu sein (Fig. 34 c). Die Breite der Stämmchen beträgt im Mittel 0,00025 Par. Zoll. Die eiförmig-länglichen oder ellipsoidischen Sporenfrüchte besitzen doppelt contourirte Wände und sind durch 3 Scheidewände in 4 Fächer getheilt, deren jedes eine kuglige Spore von 0,00015 bis 0,00020 Par. Zoll Durchmesser zu enthalten pflegt, während die Früchte selbst bis 0,00110 Par. Zoll in der Länge und bis 0,00080 in der Breite messen. Die reifen Früchte sind sehr wenig durchsichtig, ihre Sporen schimmern als bräunliche Flecke durch (Fig. 36 b). Zuletzt öffnet sich die Frucht am Scheitel, worauf die Sporen heraustreten (Fig. 36 d). Dieselben sind bräunlich und enthalten einen fein granulösen

Inhalt, welcher eine Molecularbewegung zeigt und der Spore selbst bisweilen eine langsam rotirende Bewegung verleiht. Ihre Membran ist jedoch starr, nicht contractil. Bei der Keimung dehnt sich die zarte Membran der Spore einfach in einen dünnen Schlauchfaden aus, welcher sich verzweigend unmittelbar das Mycelium des *Xenodochus ligniperda* bildet (s. Fig. 4 auf Taf. I.). Es entsteht folglich der Rothfäulepilz aus den Sporen des blauen Schnabelpilzes. Dass beide Pilze zusammengehören und in genetischem Zusammenhange stehen, geht ferner aus der von mir einige Male beobachteten Thatsache hervor, dass bisweilen die vergrösserten aufgequollenen *Xenodochus*sporangien unmittelbar keimen und einen keulenförmigen Schlauch treiben, welcher sich durch seine deutliche Gliederung, durch die doppelt contourirten Wände und die graublaue Farbe als ein sich entwickelnder *Rhynchomyces*stamm zu erkennen giebt (Fig. 38). Es kommt also bei diesem Pilze dieselbe Erscheinung vor, welche de Bary bei *Peronaspora infestans* beobachtet hat, wo auch bisweilen die Sp orangien unmittel bar einen Keimschlauch treiben, während in der Regel aus ihnen Schwärmsporen hervorgehen, deren Keimschläuche erst das Mycelium des Pilzes entwickeln. In der That habe ich immer zahlreiche theils einzelne, theils noch zu Reihen verbundene und meist vergrösserte *Xenodochus*sporangien zwischen den aus den Schläuchen des Schnabelpilzes und der Nachtfaser gebildeten Geflechten beobachtet (Fig. 34 d).

Der Rothfäulepilz bietet also ein interessantes Beispiel von Generationswechsel, von der oben S. 18 erwähnten Umwandlung einer niedern Pilzform in eine höhere dar. Denn dass der *Rhynchomyces violaceus* als ein höher organisirter Pilz zu betrachten ist, als wie der *Xenodochus ligniperda*, dafür spricht die Gliederung seiner Schläuche und Früchte. Ob bei diesem Generationswechsel irgend ein geschlechtlicher Prozess vorkommen möge, weiss ich nicht. Ebensowenig ist mir bekannt, ob die Sporangien der übrigen bis jetzt aufgefundenen Arten der zuerst von v. Schlechtendal (in der Linnaea, 1826, S. 237) aufgestellten Gattung *Xenodochus* ebenfalls Schwärmsporen erzeugen und auch sie einem ähnlichen Generationswechsel unterworfen sein mögen*). Was schliesslich die systematische Stellung dieser beiden Pilz-

*) Nach Hoffmann's *Index fungorum* (*Lipsiae*, *1863*) sind 3 Arten von *Xenodochus* bekannt, wovon die eine, *X. carbonarius* auf abgestorbenen Stengeln und Blättern von *Sanguisorba* wächst. — *Xenodochus* ist meines Wissens die vierte Fadenpilzgattung, bei welcher Schwärmsporen beobachtet worden sind. Zuerst wurden dergleichen bei *Cystopus* und *Peronospora* entdeckt (vergl. *A. de Bary*, *Récherches sur le développement de quelques Champignons parasites* in den *Annales des scienc. nat. 4ème. sér. XX. 1864. No. 4*), neuerdings auch bei *Synchytrium Taraxaci* aufgefunden (vergl. A. de Bary und M. Woronin Beitrag zur Kenntniss der *Chytridieen*, in den Berichten der naturforsch. Ges. zu Freiburg i. Br. III. Heft 2). Alle diese Schwärmsporen erzeugenden Pilze sind echte Parasiten!

gattungen betrifft, so gehört *Xenodochus* nach Fries (*Summa vegetabilium Scandinaviae p. 505*) zu den *Sporidesmiaceen*, welche eine der niedrigst organisirten Gruppen der *Haplomycetes* (Fadenpilze) und folglich der Pilze überhaupt bilden. Dagegen scheint *Rhynchomyces* zu den *Mucedineen*, eine der höchsten Gruppen der Haplomyceten zu gehören, da diese neue Gattung nach Rabenhorst mit den Mucedineengattungen *Dactylium*, *Scolicotrichum*, *Nodulisporium* u. a. verwandt sein soll. Das Weitere in dieser Beziehung überlasse ich den Mykologen von Fach, und will blos noch bemerken, dass es mir bis jetzt noch nicht geglückt ist, die Entwickelung der Sporenfrüchte aus den *Rhynchomyces*schläuchen zu beobachten.

4. Wesen und wahrscheinlicher Verlauf der Rothfäule.

Dass die in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen Fadenpilze, insbesondere der *Xenodochus ligniperda* bei dem Prozess der Rothfäule eine hervorragende Rolle spielen, indem durch deren mechanisch zerstörende und chemisch zersetzende Thätigkeit zunächst das Gefüge des Holzes gelockert und dessen Zellen zertrümmert werden, das wird, so hoffe ich, kein unbefangener Leser dieser Blätter auf Grund meiner mit möglichster Objectivität angestellten Untersuchungen bezweifeln: Ich habe einfach erzählt, was ich gesehen, was ich auf inductivem Wege gefunden habe. Von Hypothesen ist da keine Rede. Möglich, dass ich mich hin und wieder geirrt, dass ich mich getäuscht habe, denn Irren ist menschlich und Täuschungen können bei mikroskopischen Untersuchungen gar leicht vorkommen. So lange mir jedoch nicht durch Wiederholung meiner Untersuchungen bewiesen wird, dass deren Ergebnisse falsch seien, so lange wird man mir gestatten müssen, dieselben als massgebend für fernere Untersuchungen und für die Anstellung von Versuchen zu betrachten. Es fragt sich nun: dringen die Keime jenes zerstörenden Pilzes d. h. die Sporen des *Rhynchomyces violaceus*, von Aussen in den gesunden Baum ein und bewirkt das aus ihnen hervorgehende Mycelium des *Xenodochus ligniperda* die Zerstörung, beziehentlich Zersetzung und Auflösung des bis dahin gesund gewesenen Holzes, oder ernährt sich der Pilz nur von bereits in chemischer Zersetzung begriffener, von absterbender oder schon abgestorbener, todter Holzsubstanz und geht derselbe vielleicht in diesem Falle uranfänglich aus der in Zersetzung begriffenen Holzsubstanz hervor, während er sich später nur durch seine Sporen fortpflanzt? Ist mit andern Worten der Pilz Ursache oder Folge des Holzzersetzungsprozesses, den man die Rothfäule nennt? — Ich bin überzeugt, dass, wenn in einer Versammlung von Forstmännern über diese Frage abgestimmt werden sollte, die grosse Majorität sich trotz meiner

Untersuchungen ja sogar auf Grund derselben dahin entscheiden würde, dass der zerstörende Pilz die Folge, das Product eines vorhergegangenen Krankheits- oder Zersetzungsprozesses des Holzes sei. Anders dürfte das Urtheil einer Versammlung von Naturforschern lauten. Wollen wir das Wesen der Rothfäule ergründen, so müssen wir uns zunächst über dasjenige der Fäulniss überhaupt verständigen. Ich will mich hier nicht über den Unterschied von Fäulniss und Verwesung aussprechen (ich verweise in dieser Beziehung auf die Anmerkung zu S. 57), sondern bloss darauf aufmerksam machen (wie dies auch in jener Bemerkung von Seiten ihres Herrn Verfassers bereits geschehen ist), dass nach den Ergebnissen naturwissenschaftlicher Forschungen und Versuche Fäulniss und Gährung sehr verwandte Zustände sind und beide Veränderungen organischer Substanzen ohne den Hinzutritt organischer Fermente d. h. von Schimmelpilzen oder Infusorien, aus der Atmosphäre, welche in die organische Substanz eindringen, hier die Fäulniss oder Gährung derselben bewirken und die Fäulniss- oder Gährungsproducte durch ihre chemisch zersetzende und umbildende Thätigkeit erzeugen, gar nicht möglich ist. Wie die Hefe nichts Anderes ist, als ein Aggregat von Fadenpilzen, welche sich durch Sporen fortpflanzen, und wie deren Erzeugung in der gährenden Flüssigkeit blos möglich ist, wenn deren sonst in der Luft befindliche Sporen oder Keime in gährungsfähige Flüssigkeiten eindringen und hier die Gährung erregen — Alles Vorgänge, welche durch directe Beobachtung und comparative Versuche bewiesen sind —; ebenso ist ein Fäulnissprozess in irgend einem todten oder noch lebendigen, gesunden oder kranken Theile des Pflanzen- oder Thierkörpers undenkbar ohne vorausgegangenes Eindringen von organischen Fäulnisserregern, d. h. der Keime gewisser Schimmelpilze oder Infusorien. Diejenigen, welche dieser Behauptung widersprechen und deren Stichhaltigkeit in Zweifel ziehen wollen — und ihre Zahl dürfte nicht gering sein! — mögen bedenken, dass sie durch ein solch vorschnelles Aburtheilen blos ihre eigene Unwissenheit in dieser Angelegenheit documentiren. Sie haben keine Ahnung davon, dass seit mehr als 30 Jahren von Seiten einer Menge namhafter Chemiker, Physiologen und Aerzte Untersuchungen und Versuche über Gährung und Fäulniss angestellt worden sind, deren Ergebnisse die Richtigkeit obiger Behauptung beweisen; sie wissen nichts von dem interessanten wissenschaftlichen Streit, welcher in der Akademie der Wissenschaften zu Paris zu Anfang dieses Jahrzehnts zwischen Pasteur und Joly über die mit dem Wesen der Gährung und Fäulniss im innigsten Zusammenhang stehende Frage, ob es eine Urzeugung gebe oder nicht, geführt und zu Gunsten

Pasteur's, welcher die Urzeugung auf Grund seiner Untersuchungen und Versuche leugnet, entschieden worden ist, dass auf fast jeder Versammlung von Naturforschern diese Fragen erörtert werden und dass die Zahl der mikroskopischen u. a. Untersuchungen und der Versuche, welche die künstliche Hervorrufung oder Verhütung von Gährung oder Fäulniss in gährungs- oder fäulnissfähigen Körpern durch Hinzuführung oder Abhaltung organischer Fermente bezwecken, bereits nach Hunderten zählen; ihnen ist unbekannt, dass über diesen Gegenstand schon eine umfangreiche Literatur in den Sprachen fast aller civilisirten Nationen existirt*). Wenn ich daher auf Grund dieser

*) Es kann hier nicht der Ort sein, näher auf die Untersuchungen über Gährung und Fäulniss und über eine etwaige Urzeugung einzugehen. Damit aber diejenigen Leser, denen jene Untersuchungen unbekannt geblieben sind, sich, wenn sie wollen, selbst von deren Existenz und von der Wahrheit meiner obigen Behauptung bezüglich der Gährung und Fäulniss überzeugen können, will ich eine Anzahl Schriften und Aufsätze citiren, wo dergleichen Untersuchungen und Versuche beschrieben sind. Schon Schwann hat (in Müller's Archiv für Anatomie, 1836, S. 108, und namentlich in Poggendorf's Annalen, Bd. 41, oder Jahrg. 1837, S. 189) durch scharfsinnige von Ure bestätigte Versuche, die Pilze und Infusorien als *conditio sine qua non* für die Gährung und jede gewöhnliche Art organischer Fäulniss nachzuweisen gesucht. Später hat Schröder eine Reihe Versuche bekannt gemacht (in den Annalen der Chemie und Pharmazie, 1853, Heft 2 und 1859, Heft 1), woraus hervorgeht, dass der Staub der Luft (resp. die in der Luft fortwährend enthaltenen Schimmelsporen) die Zersetzung keimfreier (gekochter) organischer Flüssigkeiten bewirke. Die wichtigsten seitdem in Deutschland und Frankreich erschienenen Arbeiten sind folgende:

Mykologische Studien über die Gährung. Von H. Hoffmann (Prof. in Giessen) in der Botanischen Zeitung, 1860, Nr. 5. 6.

Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère; examen de la doctrine des générations spontanées. Par L. Pasteur (Annal. de Chimie et Physic. LXIV. Janv. 1862. p. 1—110.

Études sur les Mycodermes, par L. Pasteur (Compt. rendus. LIV. Fevr. 1862. p. 265—270). Bestätigung der Versuche von Pasteur durch F. V. Jodin (compt. rend. 1862, p. 917—919), und durch C. Filly über die geistige Gährung. (Preuss. Annalen der Landwirthschaft. XX. Sept. 1862. S. 222 fgl.)

Nouvelles recherches exper. sur l'hétérogénie ou génération spontanée. Par Ch. Musset. Toulouse, 1862.

Mykologische Studien am Hühnerei von F. Mosler (in Virchow's Archiv für patholog. Anat. und Physiol. XXIX. 1864), welcher beweisst, dass die Fäulniss von Eiern durch von Aussen in dieselben eingedrungene Pilzmycelien bewirkt wird.

Recherches sur le développement de quelques Champignons parasites. Par A. de Bary. Von der Pariser Akademie gekrönte Preisschrift unsers wackern deutschen Forschers, dem die Wissenschaft so viele Aufschlüsse über Pflanzenkrankheiten u. a. verdankt (*Ann. des sc. nat. 4ème livre. XX. No. 4. 1864.*)

Sur l'origine des ferments du vin, par Béchamp (Compt. rend. LIX. Octob. 1864, p. 626—629.

Mittheilungen über Hefebildung. Von E. Hallier (Prof. in Jena) in Botan. Zeit. 1865, Nr. 30. Beobachtungen über *Leptothrix* und Hefe, von demselben (ebendas. Nr. 38. 39.).

Recherches sur la Nature végétale de la lévure (Hefte), *par H. Hoffmann (Compt. rend. 1865. LX. n. 13.* Im Auszug mitgetheilt in Bot. Zeit. 1865. Nr. 46.)

Vgl. auch die Artikel Fäulniss und Gährung in Brockhaus' Conversationslexikon, 11. Aufl. Bd. 6. (1865.)

zahlreichen Beobachtungen, Untersuchungen und Versuche bezüglich der Fäulniss behaupte, dass

1. der *Xenodochus ligniperda* niemals aus in Zersetzung begriffener Holzsubstanz entstehe, sondern in jedem rothfaul werdenden Stamme aus von aussen auf irgend eine Weise in den Stamm, Stock oder die Wurzel des lebenden und gesunden Baumes eingedrungenen Sporen des *Rhynchomyces violaceus* hervorgehe;
2. dass dieser Pilz durch chemische Zersetzung sowohl der Intercellularsubstanz als des Holzstoffs und selbst der Cellulose sowie des etwaigen Zelleninhalts und durch Aufsaugung der entstehenden Zersetzungsproducte behufs seiner eigenen Ernährung bisher gesundes Holz krank resp. faul zu machen und zu zerstören vermöge, derselbe also die Rolle eines echten Parasiten und Fäulnisserregers spiele; dass demnach
3. die Rothfäule nichts Anderes sei, als ein Fäulnissprozess, hervorgerufen durch die Vegetation eines von aussen eingedrungenen parasitischen Fadenpilzes (des *Xenodochus ligniperda*), dessen Mycelium zersetzend, umbildend und verzehrend auf den Zellenkitt, die Substanz der Holzzellen und deren etwaigen Inhalt einwirke,

so sind diese Behauptungen nicht auf leere Hypothesen basirt, sondern auf die Ergebnisse directer Untersuchungen analoger Erscheinungen und comparativer Versuche, durch welche die Richtigkeit jener Untersuchungen erhärtet worden ist.

Meine Erklärung des Wesens der Rothfäule schliesst durchaus die Möglichkeit nicht aus, dass diese Holzzersetung durch Standorts- und Bewirthschaftungsverhältnisse, sowie durch hohes Alter beeinflusst, beziehentlich begünstigt werde; denn es ist fast selbstverständlich, dass dünnwandiges Holzgewebe, wie solches die Jahrringe sogenannten frech gewachsenen Holzes bildet, der zerstörenden Thätigkeit des parasitischen Pilzes viel geringeren Widerstand leisten dürfte, als dickwandiges und ebenso Holzgewebe, welches in Folge des vorgeschrittenen Alters functionslos geworden ist, leichter ein Opfer der zersetzenden Thätigkeit des Schmarotzers werden muss, als in voller Lebensthätigkeit begriffenes. Dass aber gewisse Standorts- und andere Verhältnisse, sowie hohes Alter die eigentliche unmittelbare Ursache eines Fäulnissprozesses des Holzes sein können, das muss ich entschieden in Abrede stellen, weil eine solche Annahme in directem Widerspruch mit den Ergebnissen der wissenschaftlichen Forschung über die Fäulniss steht.

Ist es denn aber möglich und denkbar, dass die Sporen des *Rhynchomyces*, durch deren Keimung das Mycelium des Rothfäulepilzes entsteht, in der Atmosphäre oder im Boden sich befinden und demgemäss von aussen her in einen Baum eindringen können? — Ich kann diese Frage nicht definitiv bejahen, aber für möglich muss ich einen solchen Vorgang allerdings erklären. Rothfaule Stämme werden schliesslich entweder gefällt oder vom Wind gebrochen. In letzterem Falle befinden sich dergleichen Stämme meistens im letzten Stadium der Rothfäule, d. h. ihr Inneres, wenigstens dasjenige des Stockes wird hohl, verjaucht und von fructificirendem *Rhynchomyces* durchzogen sein. Auch bei Fällung rothfauler Bäume, zumal ganzer rothfauler Fichtenbestände wird es schwerlich nicht an Stämmen fehlen, wo die Rothfäule bis zur Entwickelung des blauen Schnabelschimmels gediehen ist. Was geschieht nun? Die Stöcke werden in der Regel nicht unmittelbar nach dem Abtrieb gerodet, sie bleiben stehen, oft vielleicht stets, für immer, denn rothfaule Stöcke lassen sich nicht verwerthen. Die verjauchte Masse ihres Innern vertrocknet allmählig, die Sporangien des *Rhynchomyces* fallen ab, bleiben an der Innenwandung des noch übrigen festen Holzcylinders, wie wir gesehen haben, als schwarzer pulvriger Ueberzug hängen und sind jedenfalls auch in dem schwarzbraunen losen Pulver im Grunde des hohlen Stockes in Menge vorhanden. Wie leicht kann es da geschehen, dass durch Wind, durch Insekten (namentlich behaarte), welche in die hohlen Stöcke kriechen oder deren noch übriges Holz zerwühlen, die gewiss mit zäher Lebensfähigkeit begabten Sporidien des Schnabelpilzes oder die aus demselben hervorgetretenen Sporen in die Luft und aus dieser durch herabfallende Regentropfen in den Boden gelangen. Aus der Luft können die Sporen durch die Spaltöffnungen der Blätter in das mit jenen in Verbindung stehende Intercellularsystem dringen, hier keimen und ihre Myceliumfäden bis in die Markstrahlen des Holzkörpers senden. Sie bedürfen aber vielleicht gar nicht der Spaltöffnungen, denn es ist bei andern parasitischen Pilzen nachgewiesen, dass die an der Oberfläche der Pflanze keimenden Sporen ihre Keimschläuche in die Oberhaut einbohren, um im Innern der Pflanze das Mycelium zu entwickeln.*) Da aber die Rothfäule in der Regel in den Wurzeln zu beginnen und von da aus nach oben in dem Stamme sich zu erstrecken scheint, so ist es wahrscheinlicher, dass die mit dem Regenwasser

*) Erst kürzlich hat ein junger Naturforscher, Max Rees, Beobachtungen über eine durch einen parasitischen Pilz, *Chrysomyxa Abietis Ung.*, verursachte Krankheit der Fichtennadeln veröffentlicht und Versuche mitgetheilt, welche beweisen, dass die Sporen dieses Pilzes auf den Fichtennadeln keimen und ihren Keimschlauch gewaltsam durch die Oberhaut der gesunden Nadel bohren, worauf sie in deren Innern das zerstörende Mycelium entwickeln. Vergl. Botan. Zeitung, 1865, Nr. 51 (den 22. December).

in den Boden gelangten Sporen des Schnabelpilzes an der Oberfläche der zarten Wurzeln keimen und ihre Keimschläuche durch deren Oberhaut in's Innere der Wurzeln eindringen. Das kann vielleicht schon bei der jungen Pflanze, ja bei der Keimpflanze geschehen, denn es wäre möglich, dass, wie andere parasitische Pilze, so auch der Rothfäulepilz Jahre lang im Innern einer Baumwurzel oder eines Baumstammes vegetire, ohne dem Baume irgendwie zu schaden, und erst in einer gewissen Lebensperiode des letztern seine zerstörende Thätigkeit beginne. Ist ein Baum äusserlich verletzt worden (durch Harzen, Wildschälen, Frostrisse, Sonnenbrand, Entastungen), so würde auch den etwa in der Luft befindlichen Sporen die Möglichkeit geboten sein, an solchen Stellen in's Innere des Holzkörpers einzudringen und dann könnte die Rothfäule, wie es ja wiederholt beobachtet worden ist, im Stamme, ja selbst in den Aesten beginnen und von oben nach unten sich erstrecken. Denn allerdings unterscheidet sich die in Folge äusserer Verletzungen in Fichtenstämmen eingetretene Rothfäule in Nichts von der im Innern des unverletzten Stammes oder Stockes, von unten herauf sich verbreitenden Krankheit. Dies haben mir wenigstens die Untersuchungen bewiesen, welche ich über rothfaule geharzte Fichten angestellt habe. Dabei sei erwähnt, dass gewiss sehr oft geharzte Fichten, welche sich beim Abtrieb rothfaul zeigen, schon vor der Harzung rothfaul waren. Denn wenn nicht unmittelbar nach dem Anreissen der Stämme die Sporen des Schnabelpilzes eindringen, so wird das rasch hervorquellende und die ganze Wunde erfüllende Harz dem Eindringen oder wenigstens der Keimung der Sporen ein unüberwindliches Hinderniss entgegenstellen. Diese Erörterungen beruhen gegenwärtig natürlich auf blossen Voraussetzungen, sie sind die einzige Hypothese, welche ich aufzustellen mir erlaube; es ist hier der Forschung noch ein weiter Spielraum geboten. Ich wollte blos die Möglichkeit beweisen, dass die Sporen jenes Pilzes von aussen in den Baum eindringen können.

Was den weitern Verlauf der Rothfäule betrifft, so leidet es kaum einen Zweifel, dass dieselbe stets in den Markstrahlen beginnt. Hier finden wir nicht allein die ersten deutlichen Spuren des sich entwickelnden *Xenodochus*, sondern auch fast immer und viel häufiger als das Mycelium des Pilzes jene braune oder rothgelbe stückige Masse, aus welcher dann die Xenodochusschläuche hervorzuwachsen pflegen und die sich später den angrenzenden Holzzellen und Gefässen mittheilt. Diese Masse kann und wird gewiss sehr häufig aus Pilzsubstanz (zusammengeballten Myceliumfäden, in der Zersetzung begriffenen Sporangienhaufen, s. Fig. 2 auf Taf. I.) bestehen, sie kann aber auch aus durch den keimenden Pilz chemisch veränderten und der Zersetzung bereits anheimgefallenen Zelleninhalt, namentlich Stärkemehl, zusammen-

gesetzt sein, denn Stärkemehl wird ja vorzugsweise in den Markstrahlzellen abgelagert und, wie wenigstens das Auftreten anderer parasitischer Pilze lehrt, von solchen zunächst, eher als die Zellenwände und selbst die Intercellularsubstanz angegriffen. Dass ich in solcher Masse niemals keimende Sporen gefunden habe, ist kein Beweis gegen die Richtigkeit der oben ausgesprochenen Ansicht, denn diese Masse ist so opak, dass, wenn nicht ein Mittel gefunden wird, sie durchsichtig zu machen (Chlorcalcium wirkt nicht genug) oder sie aufzulösen, es ganz unmöglich ist, einen so zarten lichtbräunlichen Faden, wie der Keimschlauch einer Rhynchomycesspore ist oder auch eine solche Spore selbst in ihr aufzufinden. Ueber den fernern Verlauf der Rothfäule brauche ich nichts hinzuzufügen, er erhellt aus den in den Abschnitten II. und III. mitgetheilten Untersuchungen.

V. Zusammenstellung der bisher gefundenen Ergebnisse bezüglich der Rothfäule. Plan für weitere Forschungen. Vorschläge zu Versuchen und Vorbeugungsmaassregeln.

a) Ergebnisse der bisherigen Forschung.

1. Die Zerstörung oder Zersetzung des rothfaul werdenden Holzes wird durch die bohrende und saugende Thätigkeit des Myceliums eines parasitischen Fadenpilzes, des *Xenodochus ligniperda Willk.* eingeleitet und durch das aus dessen Schwärmsporen hervorgehende üppig wuchernde Mycelium eines höher organisirten Fadenpilzes, des *Rhynchomyces violaceus Willk.*, weiter geführt.

2. Die braune Nachtfaser (*Nyctomyces fuscus Hart.*) ist (wahrscheinlich!) identisch mit dem Mycelium des *Xenodochus*, die weisse (*N. candidus Hart.*) mit demjenigen des *Rhynchomyces*.

3. Aus den keimenden Sporen des *Rhynchomyces* entsteht das Mycelium des *Xenodochus*, aus keimenden Sporangien des letztern bisweilen unmittelbar der *Rhynchomyces*.

4. Die Rothfäule beginnt stets in den Markstrahlen und zwar meist der mittleren Jahresringe und setzt sich durch die Markstrahlen zunächst in radialer Richtung nach innen und aussen hin fort. Die Markstrahlen werden eher zerstört als das eigentliche Holzgewebe.

5. In jedem von der Rothfäule ergriffenen Jahrringe wird das weichere Frühlingsholz zuerst und rascher zerstört, als das festere Sommer- und Herbstholz.

6. Die Radialwandungen der Markstrahl- und Holzzellen und — bei Laubhölzern — der Gefässe werden eher zerstört als die Decken- und Bodenwände der Markstrahlzellen und als die Tangentialwandungen der Holzzellen und Gefässe.

7. Durch die saugende und chemisch zersetzende Thätigkeit des Parasiten wird zuerst die Intercellularsubstanz, später der Holzstoff consumirt, zuletzt die Cellulose (in Bassorin?) umgewandelt und aufgelöst. Durch seine bildende Thätigkeit scheinen Humusverbindungen zu entstehen.

8. Ist die Fäulniss des Holzes durch den parasitischen Pilz einmal eingeleitet, so kann sie sich auch ohne weitere Mitwirkung des Pilzes weiter verbreiten. Die Zerstörung des Holzes schreitet in diesem Falle in derselben Weise vorwärts.

b) Weitere Forschungen. Dieselben haben zunächst aus folgenden Untersuchungen zu bestehen:

1. Mikroskopische Untersuchung kernschäliger Stämme, um zu ergründen, ob, wie wahrscheinlich, die Kernschäle mit der Rothfäule in ursächlichem Zusammenhange stehe.

2. Vergleichende mikroskopische Untersuchung rothfauler Stämme, Stöcke und Wurzeln der verschiedensten Holzarten von den verschiedenartigsten Standorten und aus allen Altersklassen.

3. Vergleichende mikroskopische Untersuchung der Keim- und jungen Pflanzen aus Fichtenbeständen, wo die Rothfäule auftritt und aus vollkommen gesunden und normalen Fichtenbeständen.

4. Mikroskopische Untersuchung des Bodens, Regens, Schnees und der Luft in Beständen und auf Schlägen, wo rothfaule Stöcke stehen.

5. Mikhroskopisce und chemische Untersuchungen über die Veränderungen, welche Stärkemehl, Harz, Gerbstoff u. s. w. bei der Rothfäule erleiden.

6. Weitere Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte des parasitischen Pilzes, besonders um zu ermitteln, in welcher Jahreszeit derselbe vorzugsweise vegetirt und fructificirt.

c) Versuche.

1. Comparative Saat- und Pflanzungsversuche zur Ermittelung des Einflusses der Standorts- und Culturverhältnisse auf die Entwickelung der Rothfäule. Es sind Saaten und Pflanzungen, zunächst von Fichten, erstere mit gutem Saamen, letztere mit normalen kräftigen Pflanzen theils in der Nähe von Beständen oder Schlägen mit rothfaulen Stöcken, theils entfernt von solchen auf fettem und magerm, bindigem und lockerm, feuchtem und trocknem, tiefem und flachgründigem u. s. w. Boden, in der Ebene und im Gebirge und hier in den verschiedensten Expositionen anzulegen, die daraus hervorgehenden Bestände theils zu durchforsten, theils undurchforstet überhaupt unberührt zu lassen und jedes Jahr (vom ersten Jahre an) einzelne verschiedene Oertlichkeiten (namentlich von den Rändern und aus dem Innern)

jeder solchen Saat oder Pflanzung entnommenen Stämme (unterdrückte, beherrschte und herrschende) mikroskopisch zu untersuchen.

2. Versuche über künstliche Erzeugung der Rothfäule, zunächst bei Fichten und Eichen. Es sind gute Fichtensamen und Eicheln in einem Boden keimen zu lassen, welcher mit Sporangien des *Rhynchomyces violaceus* vermengt worden ist, sowie in der braunen pulverigen Masse, welche sich in hohlen rothfaulen Stöcken zuletzt bildet. Die aufgegangenen Pflanzen sind in demselben Boden fortwachsen zu lassen und von Zeit zu Zeit einzelne derselben mikroskopisch zu untersuchen. Andere Pflanzen sind in einem gesunden Boden zu erziehen und mit der Jauche aus rothfaulen Stöcken zu begiessen. Ferner sind Einimpfungsversuche anzustellen, indem man die Sporangien des blauen Schnabelpilzes auf den Nadeln von Fichten und auf den Blättern von Eichen, desgleichen auf junge Zweige und auf frische Wundflächen an Stämmen, Aesten und Wurzeln von Fichten und Eichen überträgt, um zu ermitteln, ob und auf welche Weise der Parasit aus der Luft in den Baum eindringt. Alle diese Versuche müssten selbstverständlich von mikroskopischen Untersuchungen der Versuchspflanzen begleitet sein.

d) Vorbeugungsmaassregeln.

1. Erziehung möglichst normaler Bestände, sowohl indem man jeder Holzart den ihren Lebens- und Wachsthumsbedingungen entsprechenden Standort giebt als auch durch eine rationelle Waldpflege (Durchforstungen u. s. w.) die erzogenen Bäume gesund und kräftig zu erhalten sucht.

2. Gründliches Roden der rothfaulen Stöcke unmittelbar nach dem Abtrieb des Bestandes und sofortiges Verbrennen derselben, wie überhaupt des rothfaulen Holzes.

Es liegt auf der Hand, dass zur Ausführung der unter b) und c) vorgeschlagenen Untersuchungen und Versuche die Kräfte und die Mussestunden eines Forschers nicht ausreichen. Es genügt aber auch nicht, dass sich möglichst viele Forscher daran betheiligen, sondern zur Anstellung der in Vorschlag gebrachten Versuche ist es unumgänglich nothwendig, dass denjenigen, welche dergleichen Versuche anstellen wollen, verschiedene Reviere zur Disposition gestellt werden, wo nach ihren Angaben die erforderlichen Saaten und Pflanzungen angelegt werden können. Am leichtesten, zweckmässigsten, consequentesten und daher erfolgreichsten würden deshalb solche Versuche durch forstliche Versuchsstationen ausgeführt werden können.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren sind mit Hülfe der *Camera lucida* gezeichnet; bei jeder ist die angewendete Vergrösserung durch den daneben stehenden Bruch angegeben.

Taf. I. Fig. 1. Radialschnitt aus vom Anfang der Rothfäule ergriffenen, noch festen, schwärzlich gefärbtem Kiefernholz, unter Chlorzinkjodlösung, welche den grössten Theil des Holzgewebes gelb, die bereits ausgesogenen zerstörten Zellenmembranen purpurblau gefärbt hat. a a a a, Tüpfel, von Myceliumschläuchen des *Xenodochus ligniperda* umstrickt. b, Myceliumfaden, welcher zwischen zwei Holzzellen eingedrungen ist. c c c, Löcher in den Radialwandungen der Holzzellen, entstanden durch das Herausfallen der zwischen ihnen und den mittlern Markstrahlzellen befindlich gewesenen grossen Tüpfelzellen. d, kleine Tüpfelzellen zwischen den Holz- und unteren Markstrahlzellen. c c, Schlauchenden des *Xenodochus*-myceliums, welche sich zur Abschnürung von Sporangien anschicken. f f, mittlere Theile solcher Schläuche, die sich in Sporangien abschnüren wollen. g g g, Reihen junger Sporangien.

Fig. 2. Radialschnitt aus Kiefernholz im ersten Stadium der Rothfäule (gelbroth gefärbtem festen). Grosse Massen junger Sporangien sind in dem Markstrahl und einer angrenzenden Holzzelle angehäuft.

Fig. 3. Stück eines Markstrahls aus demselben Holz, von *Xenodochus* durchzogen. a, Myceliumfäden, welche die Tüpfelkanäle ausfüllen. b, solche, welche die Zellenwände zerstören. c, solche, die sich zwischen die Zellen drängen. d, Tüpfelloch.

Fig. 4. Stückchen eines Radialschnitts aus demselben Holze. a, gekeimte Sporen des *Rhynchomyces violaceus*, welche das Mycelium entwickelt haben. b, Tüpfel, vom Mycelium umstrickt. c c, Myceliumfäden zwischen den Zellenwänden, die Intercellularsubstanz zerstörend. d d, Löcher, entstanden durch Herausfallen der grossen Tüpfelzellen e.

Fig. 5. Reihen reifer Sporangien aus rothfaulem Fichtenholz. a, an der Seite. b, an der Spitze eines Myceliumfadens abgeschnürte Sporangien. c, einzelnes Endsporangium, stärker vergrössert: x, äussere, y, innere Sporangienhaut, z, Kern.

Fig. 6. Reihen elliptischer Sporangien aus Fichtenholz.

Taf. II. Fig. 7. Stück ganz rothfaulen Fichtenholzes in natürlicher Grösse. a, Flecke zusammengeschrumpfter dunkelbrauner Holzzellen, umgeben von weissem ausgelaugten Gewebe. b, schwarzbraune speckige quer verlaufende Schicht, senkrecht durchschnitten.

Fig. 8. Tangentialschnitt aus sehr zerstörtem roth- und nassfaulem Fichtenholz unter Chlorzinkjodlösung. a, Markstrahl, b, Raum eines herausgefaulten Markstrahls. c c c, Reihen reifer Sporangien des *Xenodochus ligniperda*. d d, Reste von Myceliumschläuchen.

Fig. 9. Drei isolirte Holzzellen aus den braunen Flecken a von Fig. 7, erfüllt mit zahlreichen Resten von vertrockneten Myceliumfäden.

Fig. 10. Isolirte Holzzelle des ausgelaugten weissen Gewebes um die braunen Flecken, unter Chlorzinkjodlösung, mit dem Rest eines Myceliumfadens.

Fig. 11. Stück einer durch Maceration isolirten Holzzelle aus rothfaulem, noch festen, schwärzlich gefärbten Fichtenholz. Man sieht die in der Zellenmembran entstandenen Risse und Sprünge. Im Innern der Zelle sind die Reste von fructifizirendem Mycelium des *Xenodochus*.

Fig. 12. Radialschnitt aus rothfaulem, rothbraunen morschen Fichtenholz. Die Radialwandungen der Holzzellen sind in schollenförmige Stücke zertrümmert.

Fig. 13. Stück einer durch Maceration isolirten Holzzelle aus stark rothfaulem Fichtenholze, unter Chlorzinkjodlösung (Tangentialansicht).

Fig. 14. Stück einer andern durch Maceration isolirten Zelle, die von zahlreichen fructifizirenden Myceliumfäden des *Xenodochus* durchzogen ist, welche an zwei Stellen die Zellwand durchbrochen haben.

Fig. 15. Theile zweier Holzzellen aus den speckigen schwarzbraunen Schichten des nassrothfaulen Fichtenholzes, deren Wandungen in der Zerfaserung begriffen und deren Innenräume mit brauner, stückiger, darmähnlich gewundener Substanz, die sich auch zwischen die Zellen gedrängt hat, erfüllt ist.

Fig. 16. Radialschnitt durch einen Markstrahl rothfaulen noch ziemlich festen Fichtenholzes. a a a a a, leere Spalten entstanden zwischen den Markstrahlzellen durch Zerstörung der Intercellularsubstanz. b b, kleine Tüpfelzellen zwischen den zersprungenen Radialwandungen der Markstrahlzellen. c, senkrecht durchschnittene Querscheidewand mit solchen kleinen Tüpfelzellen. d, Rest eines geplatzten *Xenodochus*sporangium.

Fig. 17. Die Markstrahlzelle mit der durchgeschnittenen Scheidewand (c der vorigen Figur) stärker vergrösserte. a, Tüpfel der Radialwandungen. b, Tüpfelzellen in der Scheidewand. c c, Tüpfelräume, aus denen die Zellen herausgefallen sind.

Taf. III. Fig. 18. Radialansicht eines Stückes dreier Holzzellen aus rothfaulem Fichtenholz. a a a, leere Tüpfelräume. b b b, Tüpfelräume mit Resten von Tüpfelzellen. c c c c, Tüpfelräume mit ganzen, jedoch zum Theil bereits zersprungenen Tüpfelzellen. d, Stück einer Zellenwand mit einem leeren offenen Tüpfelraume.

Fig. 19. Radialschnitt aus demselben Holz. a, leere Tüpfelräume, von denen sich der Ring ablöst. b, leere offene Räume der kleinen Tüpfelzellen zwischen den Holz- und Markstrahlzellen mit spaltenförmigem Loch.

Fig. 20. Reste ausgelaugter Zellen aus der Jauche rothfauler Stöcke. a, Zellwand mit grossen durch das Herausfallen der Tüpfelzellen und die Auflösung der Tüpfelräume entstandenen Löcher (x x x), welche noch vom Ringe umgeben sind. b, Zellenmembranen mit sehr flachen offenen Tüpfelzellräumen (z) und durch deren Auflösung entstandenen Löchern (y) ohne Ring.

Fig. 21. Reste zweier isolirter und zerstörter Holzzellen aus verjauchtem rothfaulem Fichtenholz, durchzogen von der weissen Nachtfaser. Radialansicht. Von den Tüpfeln sind blos die Ringe übrig geblieben.

Fig. 22. Reste von Holzzellen aus demselben Gewebe. Theile einer Holzzelle in Radialansicht, mit theils offenen, theils noch von Tüpfelzellen erfüllten Tüpfelräumen. a, vom Tüpfelraum losgelöste Tüpfelzelle. b b, isolirte Tüpfelzellen. c, losgelöste Tüpfelringe.

Fig. 23. Eine isolirte Tüpfelzelle von Pilzschläuchen durchzogen.

Fig. 24. Portion der schwarzen pulvrigen Masse, welche sich häufchen- oder nesterweise in ganz rothfaulen Fichtenstöcken findet. Besteht aus Keimkörnern, Schwärmsporen und Sporangienresten des *Xenodochus*, vermengt mit Schläuchen der weissen Nachtfaser.

Fig. 25. Ein verzweigter Faden der weissen Nachtfaser.

Fig. 26. Vergrösserte und umgeformte Sporangien des *Xenodochus* aus der Jauche rothfauler Fichtenstöcke.

Fig. 27. Aus derselben Jauche. a a, aufplatzende vergrösserte Sporangien des *Xenodochus*. b, isolirte Keimkörner. c c, Inhalt aufgeplatzter Sporangien (Keimkörnerkugeln) von der innern gallertartigen Sporangienhaut umschlossen. Alles in wolkigem Schleim eingehüllt.

Fig. 28. Reihen von Keimkörnern und eine Keimkörnerkugel.

Fig. 29. Vergrösserte, in Schleim eingehüllte Keimkörner mit Schwärmsporen (a) und herausgetretene Schwärmsporen (b).

Fig. 30. Schalenreste geplatzter Sporangien, Keimkörnerkugeln und Haufen von Keimkörnern sowie Schwärmsporen, in Schleim eingehüllt, aus der Jauche.

Fig. 31. Entstehung der weissen Nachtfaser. a, Schleimfaden mit ruhenden Schwärmsporen. b, zarter Nachtfaserschlauch mit einer Reihe ruhender Schwärmsporen. c, stärkerer Nachtfaserschlauch mit Doppelreihe ruhender Schwärmsporen.

Fig. 32. Verzweigter junger Nachtfaserschlauch mit Doppelreihen von Schwärmsporen, in Schleim eingehüllt.

Fig. 33. Fertiger Nachtfaserschlauch mit zerstreuten ruhenden Schwärmsporen. x, ein Stückchen stärker vergrössert, mit 2 in der Entstehung begriffenen Zweigen.

Taf. IV. Fig. 34. *Rhynchomyces violaceus Willk.* a, gestielte Schnabeläste mit und ohne Früchten. b, in der Entwickelung begriffener endständiger Schnabel. c, keulenförmiger, sich entwickelnder Ast eines Stämmchens. d d d, Sporangien von *Xenodochus*.

Fig. 35. Entwickelung des *Rhynchomyces* aus der weissen Nachtfaser. a, weisse Nachtfaser, b, Geflecht derselben, aus breiten Schläuchen mit granulösem Inhalt bestehend, woraus der *Rhynchomyces* (c) hervorwächst.

Fig. 36. a, ein Stück *Rhynchomyces*faden mit Zellenkernen (oder Conidien?). b, fruchttragender Ast. c, abgefallene reife Sporenfrüchte. c, entleerte Sporenfrüchte. d, Sporenfrucht, aus welcher Sporen hervortreten.

Fig. 37. a, Stück eines breiten Nachtfaserschlauchs aus dem den Schnabelpilz erzeugenden Geflecht, b, ein anderes Stück eines solchen Geflechts, welches einen *Rhynchomyces*faden entwickelt.

Fig. 38. Gekeimtes *Xenodochus*sporangium, einen *Rhynchomyces*schlauch treibend.

Fig. 39. Radialschnitt durch rothfaules Eichenholz. a, Gefäss. b, getüpfelte parenchymatische Holzzellen. c c, getüpfelte und nicht getüpfelte prosenchymatische Holzzellen. d, Markstrahl. x, Ende eines *Xenodochus*schlauches; im Begriff, sich in Sporangien abzuschnüren.

Fig. 40. Theil eines Markstrahls aus rothfaulem Eichenholz im Radialschnitt, den Anfang der Rothfäule zeigend. a a, Lücken zwischen den Markstrahlzellen, durch Zerstörung der Intercellularsubstanz entstanden.

Fig. 41. Theil eines sehr zerstörten Markstrahls aus rothfaulem Eichenholz mit fructifizirendem *Xenodochus*geflecht. x, Ende eines *Xenodochus*schlauchs, im Begriff, sich in Sporangien abzuschnüren.

Fig. 42. Durch Maceration isolirte parenchymatische Holzzellen mit *Xenodochus ligniperda*.

Fig. 43. In der Entwickelung begriffene Sporangienreihe des *Xenodochus* aus rothfaulem Eichenholz. Bei x Zellentheilung.

Fig. 44. Reife Sporangien. a, äussere, b, innere Sporangienhaut. c, Kern.

Fig. 45. Isolirter *Xenodochus*schlauch von der Innenwand einer Markstrahlzelle, mit zapfenförmigen Verlängerungen, welche in den Tüpfelkanälen gesteckt haben.

Fig. 46. Geflecht der weissen Nachtfaser aus einer dicken Schwammschicht einer kernschäligen Eiche. a a, *Xenodochus*sporangien. b, Rest der innern Haut eines geplatzten Sporangiums, nebst Keimkörnern. c c, Keimkörnerkugeln. d, breite Nachtfaserschläuche, mit granulöser Masse und zerstreuten Körnern (ruhenden Schwärmsporen) erfüllt.

Der schwarze Brand der Rothbuchentriebe.

Eine neue Baumkrankheit.

(Hierzu Taf. V—VIII.)

Im August v. J. (1865) schickte der k. Oberförster Schaal eine Anzahl kranker Zweige der Rothbuche von dem im sächsischen Erzgebirge gelegenen Olbernhauer Revier an die Direction unserer Akademie mit der Bitte, diese Zweige untersuchen zu lassen, da von einem Insect keine Spur vorhanden, auch eine andere Ursache der Krankheit nicht bekannt geworden sei. Die fraglichen Zweige waren vollkommen normal gebildet und verriethen durch ihre schön entwickelten Triebe, Knospen und Blätter, dass sie von kräftig vegetirenden Bäumen abstammten. Allein die diesjährigen Triebe waren grossentheils trocken, namentlich die schwächeren Seitentriebe, und die Blätter der Mehrzahl nach mit *Cladosporium herbarum* bedeckt, ein Beweis, dass sie zu assimiliren bereits aufgehört hatten, da der genannte Schimmel nur auf functionslosen oder bereits absterbenden Pflanzentheilen lebt. Schon mit blossen Augen konnte man bemerken, dass an der Basis der absterbenden oder bereits abgestorbenen Zweige die Rinde derselben bald rings herum bald nur an einer (dann meist der inneren, dem Astwinkel zugekehrten) Seite schwärzlich, wohl auch tiefschwarz gefärbt und auf diesen schwarzen Stellen mit erhabenen schneeweissen Punkten, Strichelchen und Fleckchen bestreut war (Taf. V. Fig. 1). Auf dem Querschnitt durch solche Stellen konnte man ebenfalls schon mit blossen Augen, sehr deutlich aber mit einer Loupe, sehen, dass die Rinde innerlich zerstört, Holzkörper und Mark grossentheils vertrocknet, alle drei Gewebtheile mehr oder weniger gebräunt waren. Es lag also auf der Hand, dass die geschwärzten Stellen der eigentliche Heerd der Krankheit und die Zweige in Folge einer inneren Rindenzerstörung abgestorben seien. Viel deutlicher trat die Krankheit an einer grossen Parthie Buchenzweige hervor, welche ich durch die Güte des Herrn Schaal im Oktober erhielt. Die nunmehr entlaubten Aeste waren zum

Theil bis zum dritten Jahre bereits trocken geworden, ihre ebenfalls vertrockneten oder welken Knospen oft nur halb so gross, als wie die an den noch gesunden Trieben befindlichen, also offenbar auf der Stufe der Entwickelung zurückgeblieben, die sie beim Eintritt der Krankheit bereits erreicht gehabt hatten (Fig. 1), die schwarzen Stellen häufig eingeschrumpft oder aufgesprungen (Fig. 1 b); in manchen Zweiggabeln zeigten sich zarte weisse spinnwebartige Fadengeflechte (Fig. 1 a), welche übrigens auch hin und wieder an den Seiten der Zweige sich fanden, und die trocken gewordenen Zweige erschienen häufig, besonders gegen ihre Spitze hin, mit einer grossen Anzahl kleiner, lenticellenartiger Höckerchen bestreut (Fig. 1 c), aus denen mitunter ein kleiner, weisser Büschel hervorragte, während die Mehrzahl von ihnen eine aufgeborstene Spitze wahrnehmen liess. Unterhalb der trocken gewordenen Zweige hatten die betreffenden Aeste bald nur einen, bald mehrere, wohl auch einen ganzen Büschel kurzer meist kräftiger, mit grossen Knospen besetzter Seitentriebe erzeugt (Fig. 1 d), gleichsam als ob sie bestrebt gewesen wären, den erlittenen Verlust wieder zu ersetzen, doch häufig zeigten sich diese neuen Triebe an ihrer Basis auch bereits von dem Anfange der Krankheit befallen, nämlich geschwärzt, was auf ein weiteres Umsichgreifen dieser Krankheit, welche ich den schwarzen Brand der Buchentriebe nennen möchte, schliessen lässt. Zugleich konnte man an diesen tief abgeschnittenen Aesten oder Zweigen deutlich erkennen, dass dieselbe Krankheit schon früher geherrscht hatte, freilich lange nicht in so bedeutendem Grade, denn es zeigten sich hier und da ausgeheilte Stellen. Meistens war an solchen die Krankheit blos an einer Seite des Zweiges aufgetreten und diese trocken geworden, während auf der entgegengesetzten sich neue Holzlagen und Rinde gebildet hatten (Fig. 2 a und 4 im Querschnitt). Zugleich war hier der Zweig gewöhnlich angeschwollen, oft breit gedrückt oder kantig geworden (Fig. 2 a und 3). Seltener beobachtete ich über der ausgeheilten Stelle eine gleichmässige kolbige Anschwellung (Fig. 2 b), ähnlich wie diejenige eines geringelten Stammes oberhalb des Ringelschnitts. Wahrscheinlich ist da die Rinde rings herum erkrankt gewesen, der Holzkörper aber nicht und später eine allseitige Ueberwallung der kranken Stelle erfolgt. Uebrigens zeigten sich gar nicht selten an den ausgeheilten Stellen wieder weisse Häufchen auf schwärzlichem Grunde, ein Beweis, dass auch hier die Krankheit noch nicht erloschen war oder sich von neuem eingestellt hatte.

1. Mikroskopische Untersuchung. Es lag die Vermuthung nahe, dass die weissen Häufchen, Strichelchen und Punkte von einem Schimmelpilz herrühren möchten. In der That zeigte das Mikroskop, dass dieselben aus zahllosen septirten Sporen bestehen, welche in aufrechter Stellung dicke

Rasen bilden (Taf. VI. Fig. 11, 12). Eine spätere Bestimmung Seitens des Herrn Dr. Rabenhorst*) ergab, dass der fragliche Schimmelpilz das längst bekannte *Fusidium (Fusisporium) candidum Link* sei. Die mikroskopische Untersuchung der Zweige selbst liess keinen Zweifel übrig, dass dieser Schimmel, von dem man bisher geglaubt zu haben scheint, dass er nur auf abgestorbenen Buchenzweigen vegetire, mit der Krankheit im ursächlichen Zusammenhange stehe, denn es zeigten sich die Gewebtheile der Zweige an den geschwärzten und mit Sporenhaufen bestreuten Stellen von dem Mycelium jenes Pilzes durchdrungen und mehr oder weniger zerstört. Eine geringe Vergrösserung reicht hin, um auf einen Querschnitt durch eine solche geschwärzte Stelle zu sehen, dass die dunkelschwarzbraun gefärbte Rinde von mit der Peripherie parallel gehenden Spalten durchsetzt ist, desgleichen sich solche Spalten, Löcher und Risse in der jüngsten an den Cambiumring grenzenden Holzschicht gebildet haben (Taf. V. Fig. 5, 6). Bei stärker entwickelter Krankheit oder in den bereits ganz trocken gewordenen Zweigen sieht man Rinde und Holz (namentlich die Markstrahlen) oft auch von radialen Spalten durchsetzt. In zweijährigen Zweigen erscheint der Holzkörper an den kranken Stellen schwärzlich gefleckt, besonders der neue Jahresring, welcher sich deshalb viel schärfer markirt, als in gesunden Zweigen desselben Alters, wo das Holz beider Jahresringe grünlich gefärbt aussieht. Die Zellen des oft bis zu völliger Undurchsichtigkeit gebräunten Rindenparenchyms, desgleichen diejenigen der Bastbündel sind mit einer röthlichgelben bis dunkelrothbraunen krumigen oder fädigen oft darmähnlich gewundenen Masse erfüllt, von welcher auch der stets ganz schwarzbraune Cambiumring strotzt (Fig. 6, 7, 8). Vom Cambiumringe aus erstreckt sich das Verderben in den Holzkörper hinein, namentlich durch die Markstrahlen. Die an den Cambiumring zunächst grenzenden Holzzellen sind mit derselben braunen krumigen Masse erfüllt, auch ihre Wandungen meist ebenfalls bis zur Undurchsichtigkeit gebräunt. Andere Holzzellen und Gefässe zeigen längst des Innenrandes diese Masse, welche alle Tüpfelkanäle auszukleiden und zu verstopfen scheint (Fig. 10). Die Markstrahlen sind, wo sie durch den Cambiumring hindurchgehen, ebenfalls ganz braun, weiter nach Innen zu lassen sie einzelne mit gelbbrauner Masse erfüllte Zellen und Zellenparthien erkennen. Dagegen ist das weitzellige Markgewebe selbst gewöhnlich nicht gebräunt. Ebenso pflegt das Bastgewebe nur an seinen Rändern, hier aber dunkel schwarzbraun gefärbt und von dieser schwarzbraunen Färbung wie angefressen zu sein

---

*) Derselbe theilte mir beiläufig mit, dass auf der Rothbuche über 70 verschiedene Pilzarten vorkämen!

(Fig. 6). Die durch Zerreissung des kranken Gewebes entstandenen Lücken, Spalten und Löcher sind von einer undeutlich granulösen gelblich-grünen Masse erfüllt und von zarten farblosen ungegliederten aber verzweigten Myceliumfäden mehr oder weniger durchzogen (Fig. 6). Dasselbe Mycelium wuchert in dem Rindenparenchym und drängt sich hin und wieder zwischen den auch im gesunden Zustande orangeroth bis rothbraun gefärbten Oberhautzellen hindurch und aus der stellenweis aufgeborstenen Cuticula in kleinen Büscheln nach aussen (Fig. 7). Aehnliche Pilzfäden, bisweilen gelblich oder bräunlich gefärbt, durchziehen das Bast-, Holz- und oft auch das Markgewebe (Fig. 8, 9, 10), ja in den weiten Zellen des letzteren, sowie in den Gefässen kann man deutlich bemerken, dass dieselben oft durch die Tüpfelkanäle in den Zellenwandungen hindurchgehen (Fig. 9). In den dunkel gebräunten Gewebparthieen sind diese Myceliumschläuche wegen der geringen Durchsichtigkeit selbst sehr zarter Schnitte nur schwer aufzufinden. Ich vermag deshalb nicht zu behaupten, dass ich recht beobachtet habe, wenn ich hier bemerke, es sei mir vorgekommen, als sprossten diese Pilzfäden aus der braunen krumigen oder feinfädigen Masse der gebräunten Zellen hervor und bestehe diese Masse in der Hauptsache aus in der Zersetzung begriffenen Chlorophyllkörnern. In gesunden Buchenzweigen enthalten wenigstens die Rindenparenchymzellen reichliches Chlorophyll.

Im Vorstehenden habe ich den Anfang der Krankheit geschildert. Allmählig greift dieselbe weiter um sich und durchdringt das ganze Gewebe des Zweiges an der befallenen Stelle, an welcher äusserlich auch bald die Sporenhaufen erscheinen. Längsschnitte durch diese im Absterben begriffenen Stellen zeigen das Rinden-, Holz- und selbst Markgewebe, besonders aber die Gefässe und Holzzellen mehr oder weniger zerstört und durchsetzt von zahlreichen breiten unregelmässig gegliederten Pilzschläuchen, welche rundliche Körner (Conidien) enthalten (Taf. VIII. Fig. 25 und 26). Diese durch ihre Breite, Gliederung und die bei starker Vergrösserung doppelt contourirten Wandungen von den zuerst auftretenden Myceliumfäden wesentlich verschiedenen Pilzschläuche, welche dennoch aus ersteren hervorgehen dürften und bisweilen eine licht bräunlich graue Färbung zeigen, durchziehen in geschlängeltem Lauf die Gefässe und prosenchymatischen Holzzellen oft auf weite Strecken, durchbrechen aber auch oft deren Wandungen (wobei sie nicht immer die Tüpfel benutzen), um aus einer Zelle in die andere zu gelangen oder in der Richtung der Markstrahlen durch den Holzkörper in die Rinde einzudringen. Im letzteren Falle nehmen sie einen höchst unregelmässigen Lauf an und bekommen wegen ihrer dann kurzen, meist sehr ungleichen Glieder ein wurmähnliches Ansehen (Fig. 25b). Die senkrecht ver-

laufenden Schläuche zeigen häufig seitliche, keulenförmige, gewöhnlich eine Tochterzelle (?) enthaltende Auswüchse, welche sich verlängern und theils in ebenfalls gegliederte, theils in ungegliederte, stets viel schmälere Schläuche verwandeln. Letztere erscheinen vollkommen identisch mit den zarten, ein-einfachen Fäden des jungen Myceliums. Die kurz gegliederten radial nach aussen dringenden wurmförmigen Schläuche verwandeln sich hin und wieder (wie es scheint besonders in den Markstrahl- und Rindenparenchymzellen) in geschlängelte perlschnurförmige Reihen kurzer, lose zusammenhängender, unregelmässiger Schlauchzellen (Fig. 25b, 26), welche auch zu Haufen vereinigt und isolirt sowohl in der Nähe der gegliederten Schläuche (oder unmittelbar an denselben) als entfernt von ihnen in allen Gewebtheilen, besonders aber im Mark- und Rindenparenchym vorkommen. Die Zellen des letzteren und auch diejenigen der Epidermis sind von ihnen oft ganz angefüllt; auch finden sich hier dieselben kurzgegliederten Schläuche, welche sich durch und zwischen den Rindenparenchymzellen nach aussen drängen, die Oberhaut durchbrechen und als kurze keulenförmige Schläuche über dieselbe hervortreten (Fig. 26). Diese bilden durch Abschnürung längliche, meist zwei, seltener mehr kuglige Zellen und ausserdem eine feinkörnige Masse einschliessende Schläuche, die auch in Menge auf der Aussenfläche der Oberhaut liegen (Fig. 26a, b), bisweilen sich bedeutend vergrössern und dann in kleineren Polstern oder Rasen beisammen stehen (Fig. 27, 28), die dem blossen Auge als weisse pulvrige Fleckchen erscheinen. Sie platzen zuletzt an einem Ende und entleeren ihren schleimig-granulösen Inhalt, worauf ihre kugligen Tochterzellen (Conidien?) eine bestimmte Bewegung im Wasser des Objektträgers zeigen (Fig. 29). Dasselbe gilt von den gleichgeformten und gleichgrossen Conidien der gegliederten Schläuche im Innern des Zweiges; auch sie werden frei und bewegen sich. Alle diese Kugelzellen erzeugen Schwärmzellen (s. weiter unten die Entwickelungsgeschichte der bei dieser Buchenkrankheit auftretenden Pilze). Dieselben finden sich in Menge im Wasser des Objektträgers und auch in den von den gegliederten Pilzschläuchen durchzogenen Geweben des Zweiges.

Die spindel- oder stabförmigen meist leicht gekrümmten Sporenfrüchte des *Fusidium candidum*, aus welchen die schneeweissen Häufchen auf der dann gewöhnlich etwas eingeschrumpften schwarz gefärbten Rinde zusammengesetzt sind, stehen büschelförmig gruppirt auf äusserst zarten, geschlängelten, sich strahlig nach allen Seiten wendenden Stielchen, von denen sie ungemein leicht abfallen (Taf. VI., Fig. 11). Sie sind einzeln gesehen farblos, haben doppelt contourirte Wandungen und erscheinen durch Querwände in 2 bis 8 Fächer getheilt. Letztere enthalten eine feinkörnige und schleimige Masse,

in welcher grössere dunkele Kügelchen eingebettet liegen (Fig. 12). Schliesslich zerplatzen oder zerbrechen die Sporen und treten aus ihren Fächern jene Kügelchen hervor, welche dann im Wasser ebenfalls eine selbstständige Bewegung zeigen, aber wesentlich kleiner sind, als die aus den oben geschilderten Kugelzellen ausschlüpfenden Schwärmer (Fig. 13). Ich habe diese kleinen beweglichen Kügelchen oder Tochterzellen der Fusidiensporen, desgleichen entleerte oder in der Entleerung begriffene Sporen fast bei jedem Durchschnitt durch einen Sporenhaufen neben zahllosen abgefallenen ganzen Sporen im Wasser des Objektträgers gefunden. Ausserdem schwammen darin fast immer äusserst dünne und zarte, oft etwas gebogene, an beiden Enden sich zuspitzende Schläuche, deren Ursprung und Bedeutung mir unbekannt geblieben ist (Fig. 14). Unter den Sporenhaufen ist das immer sehr undurchsichtige Rindengewebe unregelmässig aufgeborsten und sehr zerstört (Fig. 11). Die entstandenen Hohlräume sind mit Rindentrümmern, granulöser Masse und einem dichten Geflecht zarter aber breiter Myceliumschläuche erfüllt, welche eine höchst unregelmässige Bildung und doppelt contourirte Wände zeigen. Dieselben lassen hin und wieder undeutliche Querwände erkennen und scheinen dieselbe fein granulöse Masse zu enthalten, welche sich in den Sporen befindet. Aus solchem Geflecht erheben sich aufrechte, sehr ungleich starke, kurzästige Zweige, welche dicht beisammen stehen und auf ihren feinsten Verästelungen die Sporen tragen (Fig. 17). Unter den Sporenträgern und zwischen dem geschilderten Geflecht finden sich fast immer einzelne der oben beschriebenen beweglichen Kugelzellen, sowie zahlreiche Schwärmzellen oder Schwärmkörner.

Die spinnwebartigen Schimmelefflorescenzen, welche sich am häufigsten in den Zweigwinkeln und stets in unmittelbarer Nähe der Sporenhaufen finden, ja sehr oft aus diesen hervorgewachsen sind, bestehen aus wirren Geflechten vielfach verzweigter und anastomosirender farbloser Schläuche, welche theils dünn, theils breit, bandförmig und dann stets mit reihenweis gestellten Körnern (Conidien?) erfüllt sind (Taf. VII. Fig. 15). Die dünnen Zweige sind den oben geschilderten einfachen Fäden des jungen Myceliums völlig ähnlich, die breiten erinnern wegen ihrer Körner an die breiten Schläuche des älteren Myceliums, unterscheiden sich aber von jenen durch den Mangel der Gliederung und durch ihre einfach contourirten Wände. Die in ihnen eingeschlossenen Körner scheinen ebenfalls beweglich zu sein. Einzelne Zweige dieser Geflechte bekommen Scheidewände und die dadurch gebildeten Glieder scheinen sich loszulösen und in eben solche septirte Sporen zu verwandeln wie diejenigen der Haufen (Fig. 16). Wenigstens habe ich häufig zwischen den Verzweigungen einzelne Sporen und zahlreiche theils

einfache, theils einmal septirte Schlauchzellen, welche jenen durch Querwandbildung entstandenen Gliedern glichen, im Wasser des Objektträgers beobachtet. Ausserdem befinden sich zwischen diesen Geflechten auch einzelne äusserst kleine stabförmige Körperchen, welche sich zitternd bewegen. Diese stammen wo anders her.

Untersucht man nämlich die Eingangs erwähnten lenticellenartigen Warzen an den absterbenden oder abgestorbenen Zweigen (Taf. V. Fig. 1c) in einem durch sie hindurchgeführten Horizontalschnitte, so bemerkt man mit der Loupe in ihrem Innern eine graugrünliche Masse, welche sich aus einem zarten Abschnitt von der sie umgebenden Rinde ablöst und in einen Wassertropfen gebracht sogleich in einen feinen Staub zerfliesst. Eine starke Vergrösserung zeigt, dass diese Masse aus zahllosen isolirten stabförmigen Körperchen besteht, welche mit einer eigenthümlichen Bewegung begabt sind, (Taf. VII. Fig. 20, 21). Ein senkrechter Schnitt durch eine solche Warze zeigt, bei schwacher Vergrösserung, dass unter dem aufgetriebenen und aufgeborstenen Rindenparenchym, zwischen diesem und den Bastbündeln ein dunkelschwarzbrauner, völlig undurchsichtiger Körper liegt, welcher verschieden grosse und verschieden geformte Kammern und kleine Höhlungen enthält, deren Inneres dunkelgrau bis weiss gefärbt erscheint. Die Wandungen der Kammern sind mit einer Unmasse zarter Fäden besetzt, während den innern Hohlraum eine compakte fein granulöse Masse erfüllt (Fig. 18). Bei stärkerer Vergrösserung sieht man, dass die Fäden büschelförmig gruppirt sind und die granulöse Masse aus den oben erwähnten stabförmigen Körperchen besteht (Fig. 19), bei noch stärkerer, dass letztere an der Spitze den nun als dünne lineale Schläuche erscheinenden Fäden sitzen, von denen sie äusserst leicht abfallen, und dass die sie tragenden Schläuche sich im Grunde verschlingen und verfilzen und aus solchem Fadenfilz das Gewebe der Kammerwände, sowie der zwischen denselben befindlichen Scheidewände besteht, während der dunkelbraune, in der Rinde gleichsam eingeschobene Körper aus dicht zusammengeballten, unregelmässigen Schläuchen, welche denen unter den Fusidiensporenhaufen liegenden ganz ähnlich sind, zu bestehen scheint. Die beweglichen Körperchen sind offenbar Stylosporen, die Kammern der Pilzmasse Spermogonien. Desmazières hat diesen Spermogonienapparat, wie mir Herr Dr. Rabenhorst mitzutheilen die Güte hatte, als einen eigenen Pilz unter dem Namen *Libertella faginea* beschrieben. Aus der Spitze der braunen Masse, desgleichen aus der sie umhüllenden, braunroth gefärbten und ebenfalls sehr opaken Rinde brechen kleine Schimmelbüschel hervor, welche bisweilen einen förmlichen weissen Rasen auf der Warze bilden. Dieselben bestehen aus zarten, farblosen, vielfach verzweigten,

ungegliederten, hin und wieder seitliche Anschwellungen und Auswüchse zeigenden Schläuchen (Fig. 22), welche eine unverkennbare Aehnlichkeit sowohl mit den Fäden des jungen Myceliums des *Fusidium candidum*, als auch mit den schmäleren Schläuchen der oben geschilderten spinnwebartigen Ueberzüge und selbst mit den einfachen dünnen Aesten des älteren gegliederten Myceliums besitzen. Die Zellen des Holz- und namentlich des Markkörpers der Spermogonienwarzen tragenden, übrigens niemals geschwärzten Zweige sind von verzweigten breiten farblosen Myceliumschläuchen durchzogen, welche durch die Tüpfelkanäle hindurchgehen, die (gebräunten) Wandungen der Zellen umstricken und sich in eben solche kurze, unregelmässig geformte Schlauchzellen abzuschnüren (?) scheinen, wie die breiten gegliederten Conidien einschliessenden Myceliumschläuche im Innern der geschwärzten Zweigstellen (Fig. 23). Wenigstens findet man solche Zellen in meist traubenförmigen Klumpen in den Mark- und Markstrahlzellen, oft unmittelbar neben den Myceliumschläuchen oder diesen anhängend. Einige Male habe ich auch dicke Rasen von Fusidiensporen auf Spermogonienwarzen gefunden. — Besonders interessant ist es, dass die Stylosporen bisweilen massenhaft in spiral- oder uhrfederartig gekrümmten gelblichen Ranken, welche wie kleine Würmchen aussehen aus den Spermogonienwarzen (auch am Grunde der welkenden Knospen zwischen deren Schuppen) hervortreten. Eine schwache Vergrösserung zeigt solche Ranken aus Tausenden von in Schleim eingebetteten Stylosporen zusammengesetzt (Fig. 21). Ins Wasser gebracht genügt der Druck eines Deckgläschens, um diese sich dann sofort weiss färbenden Ranken in einen weisslichen Staub zerfliessen zu lassen, welcher bei starker Vergrösserung aus isolirten, sich oft lebhaft bewegenden Stylosporen besteht. Dieselben sind länger als die in den Spermogonien eingeschlossenen und zeigen stets ein deutliches Köpfchen, was bei den andern (jüngeren?) nicht oder seltener der Fall ist. Diese Köpfchen lösen sich los und schwimmen als selbstständig sich bewegende Körner oder Zellen fort.*)

In den vollkommen abgestorbenen Zweigen, sowohl den mit *Libertella faginea* als mit *Fusidium candidum* behafteten, ist das Rinden-, Holz- und Markgewebe vertrocknet und mehr oder weniger zerstört. In und unter der äusserlich oft aufgeborstenen oder eingeschrumpften Rinde sind stets Spalten, so dass dieselbe vom Holzkörper meist völlig getrennt erscheint. Die Holz-

---

*) Wie mir Herr Dr. Rabenhorst mittheilt, ist das Heraustreten der Stylosporen in gelatinösen Ranken nicht allein bei *Libertella faginea*, sondern auch bei den andern Cytisporaceen oder Nemasporeen eine gewöhnliche Erscheinung, die jedoch nur bei trockener Luft vorkommt. Nun herrschte bekanntlich während des vergangenen Septembers und bis Mitte October anhaltende Trockenheit.

zellen und Gefässe haben zersprungene, durchlöcherte oder wie ausgefressene Wandungen, die Markzellen sind zusammengeschrumpft, auch wohl zerrissen, die Markstrahlzellen mit brauner krumiger Masse angefüllt, die Rindenparenchymzellen stark gebräunt. Hin und wieder findet man noch Ueberreste von Myceliumschläuchen, im Allgemeinen sind diese aber verschwunden. Dagegen treten, wenn man Schnitte aus solchen Zweigen ins Wasser bringt, zahlreiche mehr oder weniger lebhaft sich bewegende Schwärmsporen (?) verschiedener Grösse aus den zerstörten Geweben hervor.

2. Mikrochemische Prüfung. Untersucht man einen gesunden einjährigen Rothbuchenzweig im Spätsommer oder Herbst, so findet man die Zellen des Marks und der Markstrahlen von wasserhellen rundlich-eckigen Körnchen strotzen, welche durch Jod schnell blauschwarz gefärbt werden, folglich Stärkemehlkörner sind. Auch manche Holzzellen enthalten dergleichen. Dagegen sind die Zellen des Rindenparenchyms mit feinkörniger Chlorophyllmasse erfüllt. Bei Behandlung zarter Querschnitte mit essigsaurem Eisen färbt sich der Inhalt (zum Theil auch die Wandungen) der bündelweis um das Mark gestellten parenchymatischen Holzzellen und auch zum Theil die Gefässe und prosenchymatischen Holzzellen schwarz, ein Beweis, dass dieselben Gerbstoff enthalten. Chlorzinkjodlösung färbt nach längerer Einwirkung die Wandungen der jüngern Holzzellen, insbesondere aber den Cambiumring und auch die Bastbündel schön hellpurpurn bis purpurblau. Vergleicht man damit das Gewebe der am Brand erkrankten oder abgestorbenen Zweige gleichen Alters unter Behandlung mit denselben Reagentien, so ergiebt sich:

1) dass das Stärkemehl grösstentheils verschwunden ist, die noch vorhandenen Körner aber theils gebräunt sind, theils zwar noch durchsichtig, sich aber, wenige ausgenommen, mit Jod nicht mehr blau, sondern gelb färben; — 2) dass von Gerbstoff nur noch einzelne Spuren zu finden sind; — 3) dass das Holzgewebe u. s. w. mit Chlorzinkjodlösung sich nur noch an einzelnen Stellen etwas purpurn, sonst (wie auch mit Jod und Schwefelsäure) intensiv goldgelb färbt, besonders das mit Myceliumfäden erfüllte; — 4) dass das Chlorophyll der Rindenzellen in eine braune krumige Masse umgewandelt ist. Sämmtliche Myceliumfäden, die länglichen Tochterzellen enthaltenden Schläuche, die beweglichen Kugelzellen, die Sporen, kurz Alles, was von den Pilzen abstammt, nimmt bei Behandlung mit Chlorzinkjodlösung eine schön goldgelbe, mit salpetersaurem Quecksilberoxydoxydul eine blassrothe Färbung an. Am intensivsten färben sich die septirten Fusidiensporen. Es stellt sich dabei heraus, dass sich in denselben nur die gerinnende gra-

nulöse Masse des Inhalts färbt, dagegen die zarten Wandungen der Spore ungefärbt bleiben.

3. Wesen und Bedeutung der Krankheit. Die Ergebnisse der mikrochemischen Prüfung beweisen, dass beim schwarzen Brand der Buchentriebe eine chemische Veränderung des Chlorophylls, Stärkemehls und der Cellulose, ja bezüglich des Stärkemehls und auch des Gerbstoffs eine theilweise Auflösung und Verzehrung statt hat. Woher kommen diese Veränderungen, welche für sich allein hinreichen würden, um den Ernährungsprozess in den Zweigen zu sistiren und deren Leben zu gefährden? — Ich zweifle keinen Augenblick, dass gar mancher Forstmann bei Lesung dieser Zeilen und der folgenden Mittheilung über das bisherige Auftreten der Krankheit sofort mit einer Hypothese bei der Hand sein, nämlich meinen dürfte, jene chemischen Veränderungen seien die Folge von Standorts- und Witterungseinflüssen, letztere also die eigentliche Ursache der Krankheit, der dieselbe begleitende Pilz eine secundäre Erscheinung, Folge, nicht Ursache der Krankeit. Verfasser dieses ist einer anderen Ansicht und stützt dieselbe nicht auf durch nichts bewiesene Annahmen, sondern auf beobachtete Thatsachen. Er hat schon in der Einleitung (S. 19), darauf aufmerksam gemacht, dass die Schmarotzerpilze nicht blos mechanisch zerstörend, sondern auch chemisch zersetzend auf das Gewebe der von ihnen heimgesuchten Pflanzen einwirken und bei Gelegenheit der Besprechung des Wesens der Rothfäule (S. 90) auf zahlreiche, directe Beobachtungen und Versuche hingewiesen, aus denen zur Genüge hervorgeht, dass diejenigen Schmarotzerwesen, welche die Gährung und Fäulniss organischer Körper hervorbringen, die Substanz derselben chemisch zersetzen, ja verzehren und die Gährungs- und Fäulnissprodukte selbst erzeugen. Aus den vorstehend mitgetheilten mikroskopischen Untersuchungen wird jeder Unbefangene erkennen, dass der in und auf den erkrankten Zweigen constant auftretende Schimmel ein ächter Schmarotzerpilz ist. Folglich wird derselbe auch die auf mikrochemischem Wege nachgewiesenen chemischen Veränderungen des Zelleninhalts und Zellstoffs verursachen. Dafür spricht schon die Bräunung des Gewebes, welche die chemische Umwandlung des Chlorophylls und Stärkemehls begleitet, ja vermuthlich ihr vorausgeht, denn eine solche Bräunung ist ein charakteristisches Merkmal der verderblichen Einwirkung der parasitischen Pilze. Man könnte sie als eine dynamische Einwirkung, als eine Vergiftung des Gewebes der Nährpflanze betrachten. Ich habe oben nachgewiesen, wie die ersten Spuren des sich im Innern des äusserlich oft noch ganz gesund aussehenden Zweiges entwickelnden Myceliums stets in den gebräunten Rindenparenchym- und Markstrahlzellen auftreten, deren Chlorophyll und Stärkemehl chemisch ver-

ändert und bald in eine krumige braune Masse verwandelt oder vielleicht richtiger von derselben ersetzt erscheint. Das chemisch veränderte Chlorophyll und Stärkemehl ist offenbar das Keimbett des Pilzes. Ich zweifle nicht, dass hier die von Aussen auf irgend eine, jetzt noch unbekannte Weise eingedrungenen Keimkörner oder Keimschläuche des Pilzes sich zu entwickeln beginnen und dabei zunächst die chemische Veränderung der genannten Stoffe herbeiführen, indem sie sich von denselben ernähren. Daraus, dass mir es noch nicht gelungen ist, diesen Vorgang direct zu beobachten, folgt noch keineswegs, dass derselbe nicht stattfinde; denn bei der unendlichen Kleinheit der Keimschläuche der meisten parasitischen Pilze ist es nur ein glücklicher Zufall zu nennen, wenn dieselben im Gewebe einer Pflanze aufgefunden werden. Solchen glücklichen Zufällen haben wir die Aufklärung der Entwickelungsgeschichte der Getreidebrandpilze, der Mutterkornkrankheit u. a. zu verdanken, es wird auch einmal ein solcher für diese neue Buchenkrankheit kommen. Aus Mangel an Zeit und an fortwährend frischem Material habe ich bisher nur die wirklich kranken Parthieen der befallenen Zweige untersuchen können. In solchen werden etwa von Aussen eingedrungene Keimschläuche gar nicht mehr zu finden sein; da haben sie sich längst zu Mycelien entwickelt, auch würde die dunkle Bräunung der Zellen und des Zelleninhalts, welche der mikroskopischen Untersuchung hier wie bei andern parasitischen Pilzen so ausserordentliche Schwierigkeiten entgegensetzt, das Auffinden so zarter Schläuche unmöglich machen. Ich vermuthe vielmehr, dass man die Keimschläuche im noch vollkommen unveränderten Rindenparenchym ganz normal vegetirender Zweige zu suchen hat und dass die Bräunung des Gewebes erst in Folge des beginnenden Austreibens der eingedrungenen Keimschläuche, in Folge der durch dieselben ihrer Ernährung halber bewirkten chemischen Zersetzungen und Umwandlungen des Chlorophylls und Stärkemehls eintritt. Man wird aber vielleicht Tausende von gesunden Zweigen solcher Buchen, die vom Schimmel befallen sind, zergliedern und mikroskopisch unter Anwendung sehr starker Vergrösserungen (was die Beobachtung noch erschwert) untersuchen müssen, bevor es glücken dürfte, die Keimschläuche zu finden oder gar deren Eindringen direct zu beobachten. Schneller wird man auf experimentalem Wege zum Ziele gelangen. Dazu aber ist unerlässlich, dass die Entwickelungsgeschichte des Parasiten vollkommen aufgeklärt sei. Wie weit mir dies gelungen ist, werde ich in nächstem Abschnitt mittheilen.

Der weitere Verlauf der Krankheit ergiebt sich aus der mikroskopischen Untersuchung. Wir haben gesehen, wie die braune krumige Masse, aus welcher das Mycelium hervorzuwachsen scheint, die Innenwandung der Zellen .

(Rindenparenchym-, Bast-, Markstrahl-, Holzzellen, selbst einzelne Gefässe und Markzellen) auskleidet, den Zellenraum wohl ganz ausfüllt, sicher aber stets die Tüpfelkanäle verstopft. Dies muss nothwendig eine Unterbrechung des Stoffwechsels und der Saftcirculation zur Folge haben, denn zwischen so dickwandigen Zellen, wie alle die genannten schon im halbjährigen und jüngern Buchenzweige sind, vermögen nur die Tüpfelkanäle den Stoffwechsel zu unterhalten. Es muss also eine Stockung in der Ernährung eintreten, denn der aufsteigende Saft kann nicht mehr zu den Blättern gelangen und dort assimilirt werden. Dazu kommt sodann die mechanische Zerstörung des Gewebes durch das rasch wuchernde Mycelium des Pilzes, dessen Schläuche sich zwischen den Zellen und durch deren Wandungen hindurch gewaltsam einen Weg bahnen und die Auflösung der zertrümmerten Wände veranlassen. Da nun nachgewiesenermaassen das Rindenparenchym, das Bast- und Cambiumgewebe und das jüngste Holz von dieser Zerstörung zunächst und vorzugsweise betroffen wird, — denn wir haben gesehen, dass sich in diesen Geweben zuerst Spalten und Risse bilden —, so müssen die erkrankten Stellen sehr bald ausser allem Connex mit den gesunden gesetzt und die Saftbewegung sowohl von unten nach oben als in umgekehrter Richtung hin unterbrochen werden. Die Folge davon wird zunächst das Verwelken der Blätter und sodann das Vertrocknen der Zweige oberhalb der erkrankten Stelle sein. Das ist keine Hypothese, das lehrt die mikroskopische Untersuchung unwiderleglich! —

Auf Grund dieser vorstehend erörterten Thatsachen sehe ich mich zu der Erklärung veranlasst: Der schwarze Brand der Rothbuchentriebe ist eine durch parasitische Schimmelpilze (*Fusidium candidum* und *Libertella faginea*) hervorgebrachte chemische Zersetzung des Zelleninhalts und mechanische Zerstörung des Zellgewebes, insbesondere des assimilirenden und saftleitenden Gewebes. Die genannten Pilze sind folglich die Ursache, nicht die Folge der Krankheit.

Was nun die forstliche Bedeutung dieser vermuthlich keineswegs neuen, sondern nur bisher wegen vereinzelten Auftretens übersehenen Buchenkrankheit betrifft, so dürfte solche am besten aus den Mittheilungen erhellen, welche mir der Herr Oberförster Schaal unter dem 24. November v. Js. zu machen die Güte gehabt hat. Die Grösse der gesammten von der Krankheit befallenen Fläche betrug bis dahin auf Olbernhauer Revier ca. 100 Acker. Die erkrankten Bestände stehen aber nicht im Zusammenhang, sondern sind durch Nadelholz und durch alte bis 200jährige Buchenbestände getrennt. Es sind vorzugsweise Bestände V. Altersklasse (von 21—40 Jahren), nur hin und wieder auch solche VI. Klasse (von 12—20 Jahren) von der Krankheit

befallen, jedoch in allen Beständen bis zum 200jährigen Alter einzelne Bäume von ihr heimgesucht worden. „Ist es mit der Krankheit im heurigen Jahre (1865) abgethan, so wird man eben nur einen Zuwachsverlust zu beklagen haben; kehrt dieselbe aber wieder, dann freilich sind die Folgen unberechenbar. Nimmt man nun an, um den bereits geschehenen Schaden in Zahlen auszudrücken, dass in dem Alter von 20—40 Jahren bei nur mittlern Güteklassen überhaupt alljährlich 4/5 Normalklafter Zuwachs pro Acker erfolgt, und dass nur die Hälfte davon, also 2/5 verloren gegangen ist, so würde das für 100 Acker = 40 Klaftern betragen. Diese 40 Normalklaftern aber, wenn man die Werthe dafür aus dem Wirthschaftsganzen herausgreift, repräsentiren dermalen eine Summe — die Klafter zu 9 Thlr. 10 Ngr. gerechnet — von 373 Thlr. 10 Ngr. Ich glaube durchaus nicht, dass man zu viel thut, wenn man die Hälfte Zuwachsverlust annimmt, denn an einem grossen Theil der Stämme, der Hälfte des Bestandes, geht der zweijährige Höhenzuwachs ganz verloren, und weil durch die Krankheit eine bedeutende Verminderung der Blattorgane stattgefunden hat, so ist auch eine Verminderung des Stärkezuwachses leicht erklärlich.“ — Wir haben es hier also mit einer Krankheit zu thun, welche unter Umständen in Buchenwäldern zu einer grossen Calamität werden kann und die daher die Aufmerksamkeit der Forstmänner in hohem Grade verdient. Die Zukunft wird das Weitere lehren. Dass auf Olbernhauer Revier die Krankheit vorüber sei, glaube ich deshalb nicht, weil, wie ich oben (S. 102), bemerkt habe, auch die neuen, am Grunde der abgestorbenen Zweige zur Entwickelung gelangten, meist mit überaus kräftigen Knospen versehenen Seitentriebe zum Theil bereits von der Krankheit ergriffen erscheinen.

Dass die oben berührten Standorts- und Witterungseinflüsse, desgleichen Wirthschaftsverhältnisse, auf das Auftreten und die Verbreitung auch dieser Krankheit von Bedeutung sein mögen, wage ich um so weniger zu bezweifeln, als auch ich der Ansicht bin, dass alle parasitischen Pilze vorzugsweise und zuerst Individuen befallen, welche aus irgend einem Grunde, sei es eine gewisse Empfänglichkeit für die Ansteckung mit den Keimen der Parasiten besitzen, sei es letzteren einen besonders geeigneten Boden gewähren. Sind dergleichen Individuen — wir wollen einmal kümmernde oder schlechtwüchsige annehmen — in einiger Menge in einem Walde vorhanden, so werden sie so zu sagen zu Brutheerden des Parasiten werden und dann kann es, wenn anders die Entwickelung des Pilzes begünstigende Witterung eintritt, leicht passiren, dass auch vollkommen normal vegetirende Bäume von den zahllosen die Luft erfüllenden Keimkörnern oder Keimschläuchen des Schmarotzerpilzes inficirt werden und der durch denselben hervorgebrachten Krankheit zum

Opfer fallen. Es findet dann genau dasselbe Verhältniss statt, wie bei den durch schädliche Insekten hervorgebrachten Calamitäten. Wird es aber irgend einem denkenden und unterrichteten Forstmann gegenwärtig noch einfallen, deshalb, weil erfahrungsmässig die Borkenkäfer am liebsten unterdrücktes oder kümmerndes Holz angehen und solches, z. B. auf magerm Boden, an sonnigen Südhängen, nach Sturmjahren, in nicht gehörig durchforsteten Beständen u. s. w. vorkommt, das durch den Frass der Borkenkäfer bewirkte Absterben dieser, und bei stärkerer Vermehrung des Insekts auch ganz gesunder und kräftiger Stämme lediglich auf Rechnung der Standortsverhältnisse u. s. w. zu schieben und zu behaupten, jene Bäume seien an einer durch den Standort u. s. w. bedingten Krankheit zu Grunde gegangen, die Borkenkäfer seien Folge, nicht Ursache der Krankheit? — Gewiss nicht. Warum will man da die Bedeutung der parasitischen Pilze durchaus unterschätzen und nicht zugeben, dass ein solcher auch ganz gesunde Pflanzen krank zu machen und zu verderben vermag? — Ich muss diesen Gegenstand berühren, weil mir bereits eine Meinung bekannt geworden ist, nach welcher die beschriebene Buchenkrankheit durch Witterungs- und Wirthschaftsverhältnisse veranlasst worden sein soll und der zerstörende Pilz demgemäss nur die Folge nicht die Ursache der Calamität wäre. Es ist nämlich die Vermuthung ausgesprochen worden, dass auf Olbernhauer Revier im Jahre 1864 wegen spät begonnener Vegetation und zeitig (schon in den ersten Tagen des Septembers) eingetretener Fröste eine vollständige Verholzung der jungen Triebe nicht stattgefunden und deshalb der darauf folgende strenge Winter mit seinen anhaltenden Baarfrösten und hohen Kältegraden und endlich der grelle Temperaturwechsel in der vergangenen Vegetationsperiode die Buchen in einen krankhaften Zustand versetzt habe. Die zarten, nicht gehörig verholzten Triebe hätten durch die Kälte gelitten, es wären sodann nach dem Wiedererwachen der Vegetation mehrfache Störungen in der Aufnahme, Circulation und der Verarbeitung der Nährstoffe eingetreten und dadurch der Grund zur Krankheit gelegt, die Bedingungen erfüllt worden, welche zur Entstehung (?) und zum Leben des zerstörenden Pilzes erforderlich waren. Abgesehen davon, dass hier wieder auf eine aus früher entwickelten Gründen durchaus unzulässige Urzeugung des Schmarotzerpilzes angespielt wird, stehen dieser auf blosse Vermuthungen basirten Ansicht folgende Thatsachen entgegen:

1. Wenn die vorjährigen Triebe nicht gehörig verholzt gewesen wären, so würden dieselben während des strengen Winters erfroren sein, wie dies nicht verholzten Trieben im Winter stets passirt. Die vorjährigen Triebe der von der Krankheit befallenen Buchen waren aber an allen mir über-

sendeten Aesten (und deren war eine grosse Menge) nicht nur nicht erfroren, sondern ganz normal, meist sehr kräftig gebildet. Auch hatten sich deren Knospen im vergangenen Frühlinge zu ganz kräftigen und normalen Trieben entwickelt.

2. Diese im Frühling zur Entwickelung gelangten Triebe waren anfangs gesund gewesen, wie ihre vollkommen normal gebildeten, grossen, schönen Blätter, so weit sie solche im August noch besassen, bewiesen. In der That hatte sich die Krankheit erst Anfang Juli bemerklich gemacht, woher es sich auch erklärt, dass die in den Blattwinkeln gebildeten Knospen im October nur halb so gross waren, wie die Knospen der gesund gebliebenen Zweige.

3. Wie zu Anfang dieser Abhandlung angegeben worden ist, habe ich ausgeheilte, offenbar durch dieselbe Krankheit bewirkte Zerstörungen des Rinden- und Holzgewebes auch an dreijährigen (also in der Vegetationsperiode von 1863 entstandenen) Zweigen aufgefunden, ein Beweis, dass der betreffende Schmarotzerpilz schon damals vorhanden gewesen ist; und zweifle ich nicht, dass man auch an noch älteren Aesten die Spuren derselben Krankheit finden wird.

Mit diesen Thatsachen, sowie mit der oben entwickelten Ansicht bezüglich einer etwaigen durch Standortsverhältnisse u. s. w. hervorgerufenen Empfänglichkeit gewisser Individuen harmoniren auch vollkommen die Angaben des Herrn Revierverwalters, dass die meisten der befallenen Bestände bis zum Juli vollkommen gesund und kräftig gewesen, auch normal erwachsen seien, dass aber auch einige und diese ganz besonders empfindlich und hart betroffen worden wären, denen der normale Zustand wegen der erst vor wenigen Jahren vorgenommenen Räumung der alten Mutterbäume zur Zeit noch gefehlt hätte; ferner, dass höher und frei gelegene Orte, welche einen etwas ärmeren Boden zu haben pflegten, in der Regel mehr und stärker beschädigt worden seien, als tiefer liegende.

Schliesslich will ich nicht unbemerkt lassen, dass mir der schwarze Brand der Rothbuchentriebe viel Aehnlichkeit mit der schon wiederholt aufgetretenen Cotyledonen- und Stengelkrankheit der Buchenpflanzen zu haben scheint und ich sogar vermuthe, dass beide Krankheiten identisch sind. Ich habe jene Krankheit erst einmal vor einer Reihe von Jahren und nur flüchtig beobachtet, erinnere mich aber, dass auf den ganz ähnlich geschwärzten und bald zusammenschrumpfenden Stellen der Cotyledonen und des Stengels ein weisser Schimmelanflug vorhanden war und dass die Pflanzen von oben, nicht von unten her abstarben. Sollte meine Vermuthung sich bestätigen, so würde die hier beschriebene Buchenkrankheit noch eine grössere Bedeutung gewinnen.

4. Entwickelungsgeschichte der die Krankheit verursachenden Pilze. Vergleicht man nach den oben mitgetheilten mikroskopischen Untersuchungen die beiden in und auf den vom schwarzen Brand erkrankten Buchenzweigen auftretenden Pilze bezüglich ihrer Entwickelung mit einander, so springt eine grosse Aehnlichkeit in die Augen. Beider Mycelium besteht anfangs aus zarten, ungegliederten, einfach contourirten Schläuchen von derselben Form (Fig. 9 und 23) und verwandelt sich später (gegen die Fructification hin) in jenes Geflecht ebenfalls sehr zarter, aber breiter und doppelt contourirter und hin und wieder septirter Schläuche, aus welchen die Träger der Fusidiensporen hervorgehen (Fig. 17). Denn aus zusammengeballten Schläuchen solcher Art ist die dunkelbraune Spermagonien einschliessende Masse der *Libertella faginea* ebenfalls zusammengesetzt. Auch haben die zarten gebogenen Stielchen, welche die Stylosporen tragen, eine unverkennbare Aehnlichkeit mit den Stielen der Fusidiensporen. Bei beiden Pilzen wachsen aus dem fruchterzeugenden Mycelium zarte einfach contourirte Schläuche hervor, welche sich vielfach verzweigen und bei der *Libertella* meist aus den Spermogonienwarzen hervorragende oder deren Oberfläche krönende Büschel oder Räschen, bei dem *Fusidium* meist spinnenwebartige Ueberzüge bilden. Diese vielfach verzweigten Schläuche sind fast völlig identisch (Fig. 15 und 22), gleichen übrigens sehr den Fäden des jungen Myceliums. In dem Holzgewebe sowohl der vom *Fusidium* als von der *Libertella* occupirten Zweigstellen treten ferner die breiten, deutlich aber unregelmässig gegliederten, doppelt contourirten Hyphen auf, deren Zellen kuglige Conidien einschliessen und welche an der Oberfläche der von ihnen durchbrochenen Rinde jene länglichen Schläuche abschnüren, welche bewegliche Körner (Schwärmer) einschliessende Kugelzellen enthalten (Fig. 25, 26). Entleerte Kugelzellen, sowie Schwärmkörner befinden sich im Wasser des Objektträgers, sowohl bei Durchschnitten aus Libertellahöckern als bei solchen aus Sporenrasen des *Fusidium*. Umgekehrt kommen in letzterem, ja sogar zwischen dem Geflecht jener spinnwebartigen Ueberzüge gar häufig Stylosporen der *Libertella* vor. Alles dieses zusammengenommen, hat mich zu der Ueberzeugung gebracht, dass ***Fusidium candidum*** und ***Libertella faginea*** zusammengehören, dass beide zwei verschiedene Formen eines und desselben Pilzes sind und zwar die ***Libertella*** als die Spermogonienform des ***Fusidium*** anzusehen ist. Was für eine Rolle spielen aber die beweglichen Schwärmkörner einschliessenden Kugelzellen (Conidien) jener septirten Schläuche? Bekanntlich betrachtet man die Spermogonien als männliche Apparate. Sollten die septirten Schläuche und insbesondere die von ihnen an der Oberfläche der Rinde abgeschnürten

länglichen, bisweilen büschelförmig gruppirten Schlauchzellen (Fig. 27, 28), Oogonien oder weibliche Apparate sein? Findet vielleicht eine Copulation zwischen den Stylosporen oder deren sich ablösenden Köpfchen und den Schwärmern der contractilen Kugelzellen statt und wird in Folge davon der die Fusidiensporen hervorbringende Apparat erzeugt? Oder copuliren sich die Schwärmer der contractilen Kugelzellen mit den aus dem Spermogonienmycelium hervorwachsenden Hyphen und erzeugen dann letztere Fusidiensporen? Ich habe wenigstens ein Mal an den Schläuchen eines aus einem Spermogonienhöcker hervorgewachsenen Schimmelräschen kuglige oder bläschenartige Organe beobachtet, welche genau wie zur Ruhe gekommene Schwärmkörner aussehen (Fig. 30). Ein andres Mal beobachtete ich auf einem Spermogonienhöcker einen Schimmelrasen, welcher aus ganz ähnlichen Hyphen bestand, deren kurze Seitenwände längliche, theils einfache, theils einmal septirte Schläuche trugen, die wie junge Fusidiensporen aussahen. Dazwischen fanden sich auch wirkliche, aber isolirte (bereits abgefallene?) Fusidiensporen (Fig. 31). Ganz ebenso gestaltete Schläuche finden sich bei Durchschnitten durch Fusidiensporenhaufen oder bei Untersuchung der aus solchen hervorgewachsenen spinnwebartigen Schimmelüberzüge fast stets im Wasser des Objektträgers (Fig. 16b), in den Fusidiensporenhaufen oft in grosser Menge. Dieselben zeigen im Wasser eine ähnliche, nur viel trägere, hin und her schwankende Bewegung, wie diejenige der Stylosporen und erscheinen gleich diesen von einer Schleimhülle umgeben (Fig. 16c). Sollten sie am Ende aus Stylosporen durch einfache Ausdehnung hervorgehen? Aehnliche, ebenfalls in Schleim eingehüllte, aber noch grössere, in der Mitte etwas eingeschnürte Körper oder Schläuche, welche inwendig sich lebhaft bewegende Körperchen einschliessen und selbst etwas beweglich sind, finden sich an der Oberfläche der Rinde, da wo die septirten Hyphen nach aussen hervorbrechen, um die Schwärmkörner enthaltenden Schläuche abzuschnüren (?). Sie scheinen der Jugendzustand der viel grösseren Schläuche zu sein, welche die Kugelzellen erzeugen (Fig. 26a). Die Bewegung der in ihnen eingeschlossenen Körperchen wird selbst durch 24stündige Einwirkung von Jod und Schwefelsäure nicht aufgehoben. Sollten auch sie zu einer Beziehung zu den Stylosporen stehen? — Alle diese Fragen harren noch der Beantwortung, da es mir trotz aller Mühe nicht geglückt ist, irgend einen Befruchtungsact zu constatiren. Jedenfalls haben wir es hier mit einem überaus polymorphen Pilz zu thun, und wäre es sehr zu wünschen, dass ein Mykolog von Fach, der ich leider nicht bin, sich mit der Entwickelungsgeschichte dieses Pilzes eingehend beschäftigte.

Ich erlaube mir nun noch einige Bemerkungen über die Stylosporen, contractilen Kugelzellen und deren Schwärmer und über die Fusidiensporen. Die Länge der in den Spermogonien eingeschlossenen Stylosporen beträgt im Mittel = 0,00010 Par. Zoll, die der in gelatinösen Ranken ausgetretenen = 0,00025 bis 0,00030". Sie sind an dem einen Ende verdickt; bei den ausgetretenen erscheint dasselbe sogar kuglig oder blasig angeschwollen und lösst sich schliesslich ab, worauf es sich selbstständig bewegt. Im Wasser zeigen sie eine verschiedenartige Bewegung. Bald schwanken sie zitternd hin und her, bald krümmen und strecken sie sich wurmartig, bald bewegen sie sich schlängelnd vorwärts oder rückwärts, bald überschlagen sie sich, wo sie dann als kuglige Körper erscheinen. Ihré Bewegung ist oft lebhaft, dann wieder sehr träg; sie drängen sich zwischen einander durch, bleiben oft mit ihren Schleimhüllen an einander hängen, ruhen oft aus. Die losgelösten Köpfchen bewegen sich langsam rotirend, wie es scheint durch Contraction der Membran. Sie sehen den Schwärmern der Kugelzellen sehr ähnlich und haben gleich diesen einen Durchmesser von 0,00010". Sollten vielleicht gar diese köpfchentragenden Stylosporen durch Copulation der Stylosporen mit jenen Schwärmkörnern der Kugelzellen entstehen? Was wird aber dann aus denselben? — Wenn das Wasser sich verdunstet, so legen sich die Stylosporen ketten- oder netzförmig an einander und umgeben sich mit Schleim, verzweigte Fäden und netzförmige Geflechte bildend (Fig. 32). Sobald sie von Neuem mit Wasser in Berührung kommen (selbst nach mehrern Tagen und Wochen!) trennen sie sich wieder von einander und fangen in derselben Weise sich wieder zu bewegen an. In Chlorcalcium bewegen sie sich noch lange Zeit, selbst Jod hebt ihre Bewegung nicht augenblicklich auf. Die contractilen, in ruhendem Zustande ebenfalls von einer Schleimhülle umgebenen Kugelzellen jener länglichen Schläuche bewegen sich rotirend oft sehr lebhaft, wobei sie fortwährend ihre Gestalt verändern, indem sie gleich den Rhizopoden (insbesondere *Amoeba*) ihre Membranen in veränderliche Fortsätze ausdehnen. Dennoch unterscheiden sie sich von den amoebenartigen durch Cienkowsky und De Bary bekannt gewordenen Schwärmern der Myxomyceten wesentlich durch den gänzlichen Mangel der Wimpern. Die aus ihnen hervortretenden Schwärmsporen (Schwärmkörner) sind ebenfalls wimperlos und zeigen dieselbe Bewegung. — Die septirten Fusidiensporen haben eine Länge von 0,00090 bis 0,00335", die kleinen aus ihnen hervortretenden Schwärmer, welche sich ebenfalls durch blosse Contraction ihrer Hülle zu bewegen und keine Wimpern zu besitzen scheinen, einen Durchmesser von kaum 0,00005". Es ist mir niemals geglückt, weder bei diesen kleinen, noch bei den grössern Schwärmern eine Keimung zu beobachten

oder dieselben künstlich zum Keimen zu bringen: Dennoch ist es wahrscheinlich, dass sie keimen und erscheint es nicht unmöglich, dass die oben erwähnten äusserst feinen Fädchen, welche bei Untersuchung von Fusidiensporenhaufen fast immer im Wasser des Objektträgers schwimmen (Fig. 14), die aus den kleinen Fusidienschwärmern durch deren einfache Ausdehnung hervorgegangene Keimschläuche wären. Ueberhaupt glaube ich, dass durch die Fusidiensporen, welche offenbar überwintern, der Pilz von einem Jahre zum andern erhalten wird. Vielleicht sind ihre kleinen Schwärmer, welche beim Zerplatzen der Sporen frei und in die Luft verstreut werden, dazu bestimmt, in die Spaltöffnung der jungen, mit einer Epidermis versehenen Maitriebe, an deren Haarfilz sie leicht hängen bleiben können, oder auch in deren Blätter einzudringen. Die Spaltöffnungen der Buchenblätter sind zwar sehr klein — ihre Grösse ist meines Wissens bis jetzt noch nicht gemessen — doch kaum kleiner als jene Schwärmkörnchen. Vielleicht keimen auch letztere erst im Frühlinge, etwa nach einem warmen Gewitterregen, auf den Zweigen oder Blättern und dringen ihre gewiss äusserst dünnen Keimschläuche dann sei es durch die Spaltöffnungen, sei es durch die Epidermis, sich gewaltsam einen Weg bahnend, ins Innere der Triebe. Man denke an das direct beobachtete Eindringen der ebenfalls aus Schwärmsporen hervorgehenden Keimschläuche der *Peronospora infestans* bei der Kartoffelkrankheit! Das fast regelmässige Auftreten der Rindenschwärzung und der Sporenrasen unmittelbar über der Ansatzstelle der jungen Triebe scheint dafür zu sprechen, dass das Eindringen des Parasiten zu einer Zeit geschieht, wo erst der unterste Theil des Triebes sich entwickelt hat, d. h. beim Laubausbruch, wo die sich streckende Knospenaxe zunächst an der Basis entblösst ist, während sie fast noch ganz von den noch zusammengefalteten Blättern umhüllt erscheint. Um dieselbe Zeit fällt das Auftreten der oben erwähnten Cotyledonen- und Stengelkrankheit der Buchenkeimpflanzen. Wie bei der Kartoffelkrankheit, so mag auch hier der eingedrungene Parasit nicht sogleich zerstörend wirken, sondern mit dem sich normal entfaltenden Triebe längere Zeit fortwachsen, vielleicht bis zu der Zeit, wo er sich zur Fructification anzuschicken anfängt. Dies dürfte, da Anfang August bereits vollkommen entwickelte Sporenhaufen vorhanden sind, jedenfalls im Juli eintreten, gewiss aber auch durch Witterungszustände sowohl beschleunigt als verlangsamt werden. Vielleicht bietet der nächste Frühling Gelegenheit dar, hierüber ins Klare zu kommen. Die Spermogonien entwickeln sich vermuthlich erst an den welkenden Trieben. Sie tödten für sich allein auch den Trieb kaum, da ich an mehr als einem zwei- bis dreijährigen Triebe die unzweifelhaften Spuren zahlreich vorhanden gewesener Spermogonienhöcker

beobachtet habe. Theils erschienen dieselben wie oben aufgeborstene Lentizellen, theils waren sie vollständig verkorkt. Stylosporen habe ich in denselben nicht mehr aufzufinden vermocht. Uebrigens scheinen die im Sommer entstandenen Spermogonien ebenfalls zu überwintern, da dieselben noch jetzt (im December) an den mittlerweile völlig trocken gewordenen Trieben vollkommen frisch und ihre Stylosporen lebensfähig sind. Dies deutet ebenfalls darauf hin, dass letztere auch in der nächsten Vegetationsperiode der Buche noch eine Rolle zu spielen haben. Bezüglich ihrer und der contractilen Kugelzellen, sowie deren Schwärmkörner will ich mich vorläufig jeder weiteren Deutung enthalten.

5. Ergebnisse der bisherigen Forschung. Vorschläge zu ferneren Untersuchungen, sowie zu Versuchen.

1. Der schwarze Brand der Rothbuchentriebe wird durch einen parasitischen Schimmelpilz, das *Fusidium candidum Lk.* hervorgebracht.

2. Die mit diesem Schimmel auftretende *Libertella faginea Desm.* ist die Spermogonienform des *Fusidium.* Sie tödtet für sich allein die Buchentriebe nicht.

3. Das *Fusidium candidum* überwintert und pflanzt sich von einem Jahre zum andern fort durch seine Sporen.

---

4. Es sind im Frühling zur Zeit des Laubausbruches die im Austreiben begriffenen Triebe solcher Buchen, welche vom *Fusidium* sich befallen zeigen, mikroskopisch zu untersuchen.

5. Desgleichen müssen von der Zeit des Erwachens der Vegetation bis zum Juli die an den vorjährigen, abgestorbenen Zweigen etwa noch vorhandenen Spermogonienhöcker und Sporenhaufen untersucht werden.

---

6. Es ist durch Versuche festzustellen, was sowohl aus den kleinen Schwärmern der Fusidiensporen als aus den grössern Schwärmern der contractilen Kugelzellen wird, ob dieselben unter dem Einfluss von Feuchtigkeit und Wärme Keimschläuche treiben oder nicht.

7. Gleichviel ob diese Versuche zu dem gewünschten Resultate führen oder nicht, müssen an vollkommen gesunden Buchentrieben im Frühlinge während des Laubausbruches und nachher Impfungsversuche mit den Sporen des *Fusidium candidum* gemacht werden, um zu sehen, ob es möglich ist, die Krankheit künstlich hervorzurufen. Der Vorsicht halber müssten dazu Triebe von vollkommen normalen Buchen V. und VI. Altersklasse in Beständen oder Wäldern, welche weit entfernt von bereits erkrankten sind, gewählt werden und sind die Versuchszweige nicht abzuschneiden, sondern am Baume zu impfen.

8. Sollte die Vermuthung, dass die früher beobachtete Cotyledonen- und Stengelkrankheit der Buchenkeimpflanzen mit dem schwarzen Brand der Buchentriebe identisch sei, sich bestätigen, so müssten dieselben Impfversuche an gesunden Keimpflanzen vorgenommen werden und würden letztere ein viel bequemeres Material zu dergleichen Versuchen darbieten, als die Triebe 12—40jähriger Bäume.

9. Da es nicht unwahrscheinlich ist, dass die Entwickelung des Parasiten durch eine gewisse, sei es durch Standorts-, sei es durch Wirthschaftsverhältnisse veranlasste Disposition der Nährpflanze begünstigt wird, so müssen die Einimpfungsversuche, sobald solche überhaupt den gewünschten Erfolg gehabt haben, eine Reihe von Jahren hindurch gleichzeitig bei Buchen verschiedener Standorte u. s. w. angestellt und wiederholt werden, um zu ergründen, unter welchen Verhältnissen der verderbliche Pilz am besten, unter welchen am schlechtesten zu gedeihen vermag. Daraus würden sich dann von selbst die zur Bekämpfung des Parasiten zu ergreifenden Maassregeln ergeben.

Also: man untersuche und versuche! — allgemeine Redensarten über etwaige, aber nicht bewiesene Einflüsse von Witterung, Boden, Durchforstung u. s. w. und darauf gebaute Hypothesen können auch bei dieser Krankheit zu nichts führen! —

Die weitere Aufklärung der Buchenkrankheit in der vorgeschlagenen Weise übersteigt die Kräfte eines Forschers, zumal eines solchen, den eine zeitraubende Berufsthätigkeit verhindert, sich mit dergleichen Dingen unausgesetzt zu beschäftigen. Sie wäre eine herrliche und lange nicht so schwierige Aufgabe wie z. B. die Erforschung der Rothfäule, für — forstliche Versuchsstationen! —

Erklärung der Abbildungen.

Taf. V. Fig. 1—3. Stücke erkrankter Buchenzweige in natürlicher Grösse.

Fig. 4. Querschnitt durch die verheilte Stelle x des Zweiges 2. — a der vertrocknete, von Spalten durchsetzte Mark- und Holzkörper, b die neu gebildete Holz- und Rindenmasse, c geschwärzte, vom Pilz durchdrungene Rinden- und Holzmasse.

Fig. 5. Theil eines Querschnitts durch eine brandige Stelle eines Buchenzweiges. — a Mark, b Bündel parenchymatischer Holzzellen, c Holzgewebe, d Markstrahlen, e Bastbündel, f Zerreissungslücken im Rindenparenchym und Cambiumringe.

Fig 6. Ein Stückchen des vorigen Querschnitts. a Oberhaut, b äusseres, c inneres Rindenparenchym, d Bastgewebe, e jüngstes Holz, f Zerreissungslücken, von Myceliumfäden durchzogen, welche das ganze Gewebe durchdringen.

Taf. VI. Fig. 7. Ein Stückchen Rindenparenchym im Querschnitt, von Myceliumschläuchen durchzogen, welche aus der zerborstenen Oberhaut büschelförmig hervortreten.

Fig. 8. Ein Stückchen Bastgewebe im Querschnitt, dessen Zellen mit krumiger braunrother Masse erfüllt und von Myceliumfäden durchzogen sind. Bei x zwei Rindenparenchymzellen.

Fig. 9. Ein Stückchen Mark im Querschnitt, von Myceliumschläuchen durchzogen.

Fig. 10. Ein Stückchen Holzgewebe im Querschnitt. a Markstrahlzellen, mit krumiger brauner Pilzmasse erfüllt, b Holzzellen, grossentheils mit derselben Masse erfüllt, c Gefässe, meist von Myceliumfäden durchzogen.

Die Figuren 6—10 stellen einzelne Stücke der Fig. 5 dar.

Fig. 11. Durchschnitt durch einen Sporenhaufen des *Fusidium candidum Lk.* — a zerstörtes Rindenparenchym, ganz dunkel gefärbt, b Hohlraum in der aufgeborstenen Rinde mit Rindentrümmern, granulöser Masse und Myceliumgeflecht erfüllt.

Fig. 12. Isolirte Sporen des *Fusidium*, zwei davon mit dem granulösen Inhalt.

Fig. 13. Aufgeplatzte Sporen, die kleinen Schwärmer entleerend.

Fig. 14. Zarte Schläuche (Keimschläuche?), im Wasser des Objektsträgers zwischen den Sporen schwimmend.

Taf. VII. Fig. 15. Ein Stückchen eines aus Sporenhaufen hervorgewachsenen spinnwebartigen Schimmelüberzugs.

Fig. 16. Einzelne Fäden eines solchen, Sporen (?) abschnürend, daneben bewegliche Schlauchzellen (junge Sporen?), wie dergleichen in den spinnwebartigen Geflechten vorkommen.

Fig. 17. Stückchen eines fructifizirenden Myceliumgeflechts des *Fusidium*.

Fig. 18. Ein Spermogonienhöcker oder *Libertella faginea Desm.*, senkrecht durchschnitten. — a die emporgehobene und aufgeborstene Rinde, b der schwarzbraune Spermogonienkörper, c die Stylosporen enthaltenden Kammern oder Spermogonien, d Bastgewebe.

Fig. 19. Ein Spermogonium.

Fig. 20. Theil einer Scheidewand zwischen zwei Spermogonien, mit Stylosporenträgern und abgefallenen Stylosporen.

Fig. 21. Theil einer herausgetretenen Stylosporenranke. Daneben einzelne Stylosporen stark vergrössert.

Fig. 22. Einige Schläuche eines aus einem Spermogonienhöcker hervorgewachsenen Schimmelrasens.

Taf. VIII. Fig. 23. Ein Stückchen Markgewebe im Querschnitt aus einem mit Spermogonienhöckern besetzten Zweige. Daneben eine einzelne Zelle mit Myceliumschläuchen, stärker vergrössert.

Fig. 24. Theil zweier Gefässe mit theilweis zerstörten Wandungen, von Myceliumschläuchen durchzogen, welche sich in gegliederte doppelt contourirte Hyphen verwandeln.

Fig. 25. Stücken gegliederter, doppelt contourirter Myceliumschläuche. a ein ungegliederter einfach contourirter Ast, b die radial nach aussen dringenden wurmförmigen Aeste mit Reihen kurzer Schlauchzellen.

Fig. 26. Theil eines solchen Myceliums, welches die Rinde durchbricht. a isolirte, abgeschnürte (?) Schlauchzellen, verwandeln sich in die grösseren, Kugelzellen enthaltende Schläuche b.

Fig. 27. Einige solche ausgewachsene Schläuche, bei a im aufgeplatzten Zustande, die contractilen beweglichen Kugelzellen entleerend.

Fig. 28. Eine Gruppe solcher büschelförmig gruppirter Schläuche von der Oberfläche der Rinde.

Fig. 29. Entleerte contractile, Schwärmkörner enthaltende Kugelzellen, bei b in der Bewegung begriffen und ihre Gestalt durch Contraction der Hülle verändernd. Bei c herausgetretenen Schwärmkörner.

Fig. 30. Schläuche eines aus einem Spormogonienhöcker herausgewachsenen Schimmelrasens mit ruhenden Schwärmkörnern (?) besetzt.

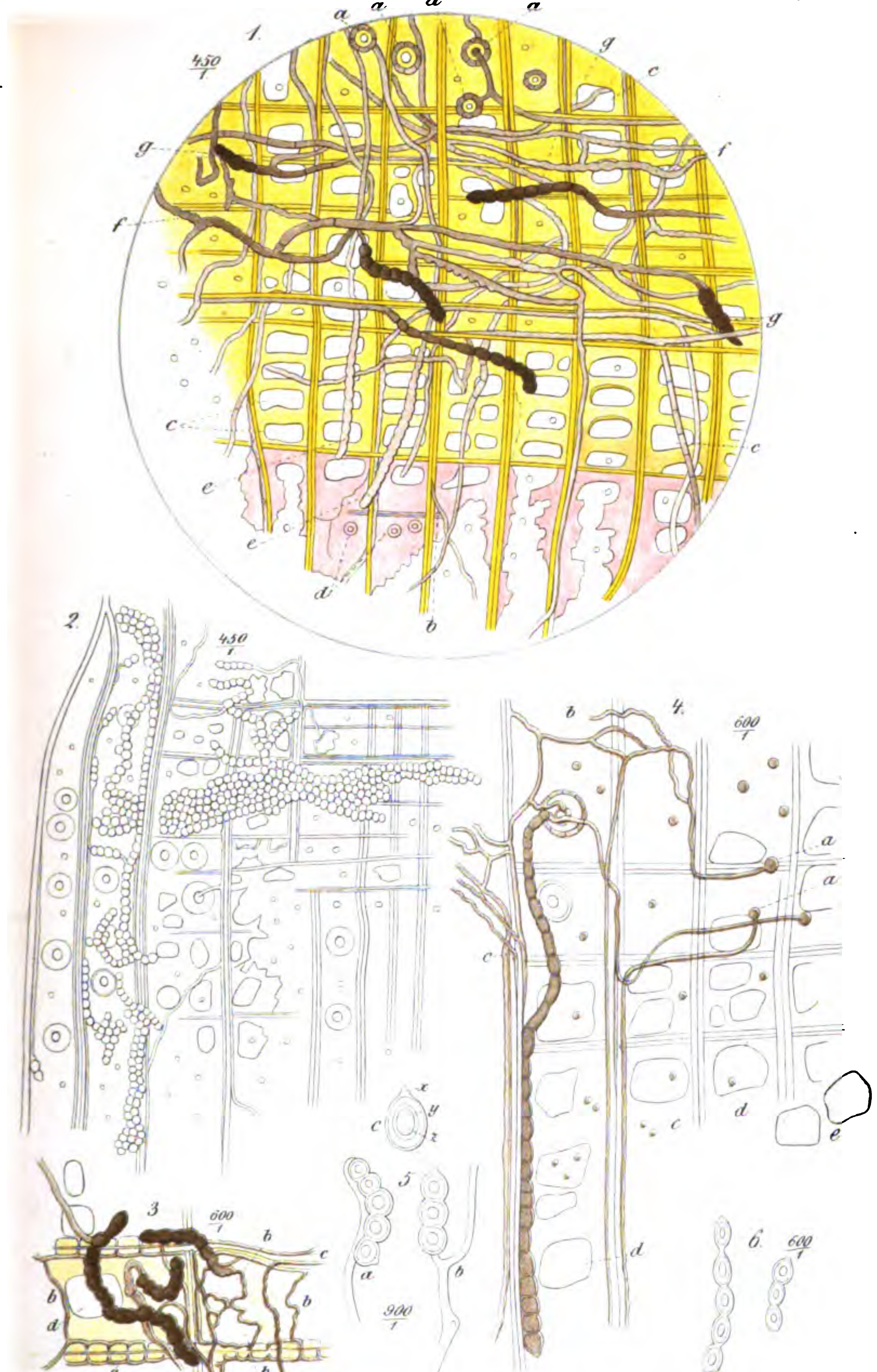
Fig. 31. Schläuche eines andern solchen Schimmelrasens, kurze Schlauchzellen (Fusidiensporen?) abschnürend

Fig. 32. Ketten und Gruppen von in Folge der Verdunstung des Wassers zur Ruhe gekommenen Stylosporen, in Schleim eingehüllt.

Nachtrag.

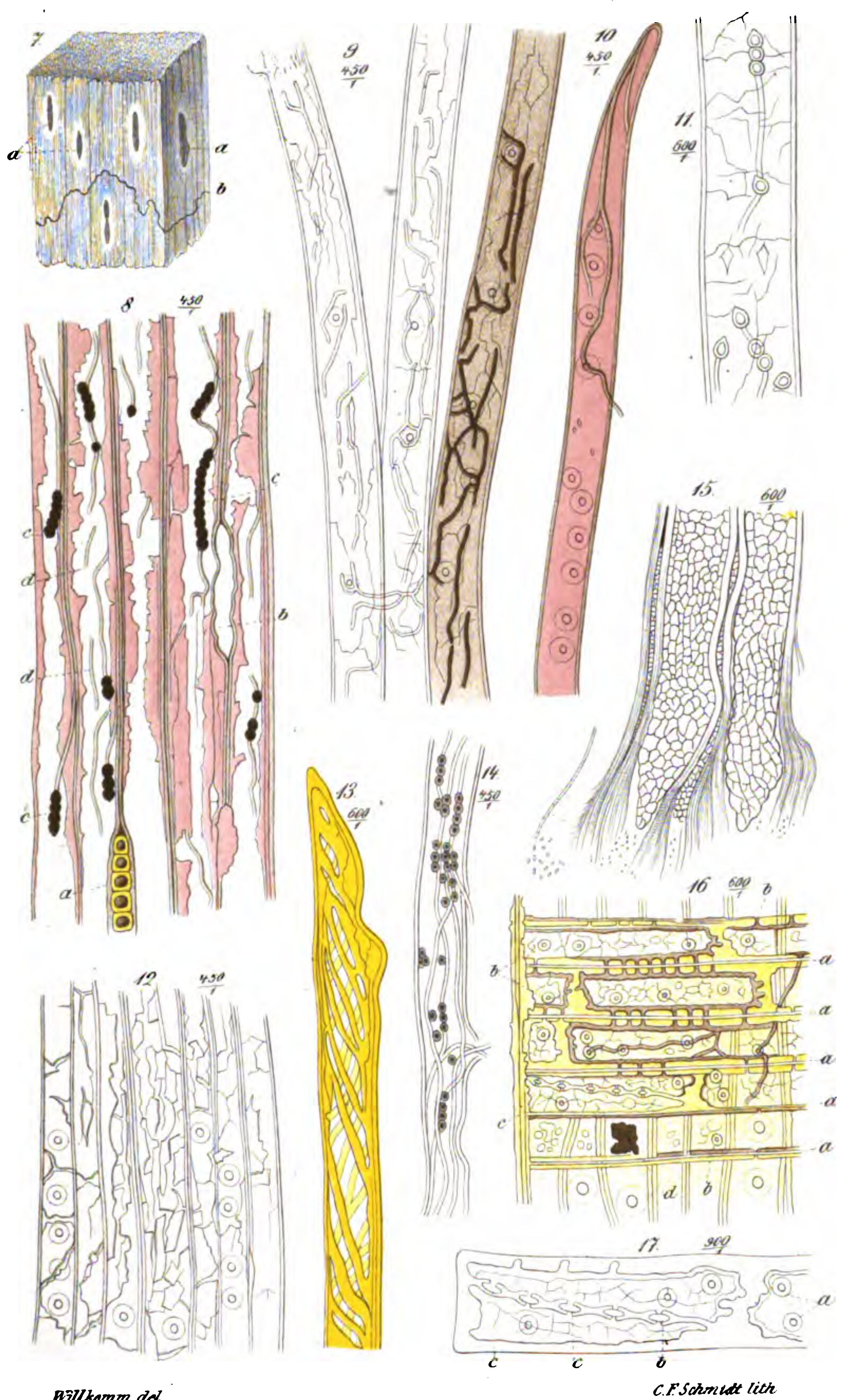
Als der Druck der vorhergehenden Abhandlungen zu Ende ging, erhielt ich von Herrn Forstrath Dr. Th. Hartig einige Manuscripte, Resultate mikroskopischer Forschungen, begleitet von vier Tafeln trefflich gezeichneter mikroskopischer Abbildungen, welche für das 2. Heft von Karsten's „botanischen Mittheilungen" bestimmt sind, zur Kenntnissnahme, ja sogar zur Benutzung für meine Arbeit zugeschickt. Ich glaube meinen Dank für diesen neuen Beweis uneigennütziger Wissenschaftlichkeit und dienstbereiter Freundschaft nicht besser beweisen zu können, als indem ich die Leser meiner Schrift auf diese neuesten Arbeiten Hartig's aufmerksam mache, welche einen wichtigen Beitrag zu der Frage über die Entstehung niederer Organismen (Pilze, Algen, Flechten) liefern und den gemeinschaftlichen Zweck haben, zu beweisen: dass lebende Organismen entstehen können aus organisirten Bestandtheilen todter und lebender organischer Körper anderer Art. Hierauf gestützt bestreitet Hartig die jetzt wohl von der Majorität der Naturforscher und zwar auf Grund vielseitiger und sorgfältiger Beobachtungen und Versuche aufgestellte Ansicht, dass auch die niedrigsten Organismen (Gährungs- u. a. Pilze, Algen, Infusorien) nur aus Keimen bereits vorhandener Organismen derselben Art hervorgehen können (den Satz: *omne vivum ex ovo*), eine Ansicht, zu welcher auch ich mich offen bekenne, und behauptet, dass wenigstens Pilze, Algen und Flechten auch unmittelbar aus organisirten Pflanzenstoffen, insbesondere Stärkemehl- und Chlorophyllkörnern sowie aus den Molekulen der Zellwandfasern in Folge einer eigenthümlichen Umwandlung dieser Stoffe zu entstehen vermögen. Die von Hartig über die Entwickelung des *Caeoma piceum*, eines Blattpilzes der Fichte, über die Veränderungen der Nadelholz-Holzfaser unter dem Einfluss der Witterung, über die Entstehung eines Byssus in Folge der Harzfülle junger Fichten gemachten Beobachtungen und die beigegebenen Abbildungen sprechen allerdings für die Richtigkeit der Hartig'schen Ansicht und mag ich einem so geübten und ausgezeichneten Mikroskopiker, wie Hartig, gegenüber am allerwenigsten die Vermuthung aussprechen, dass hier ein Beobachtungsfehler vorgekommen sei. Ich will der Möglichkeit der Hartig'schen Ansicht, welche allerdings in so fern, als Hartig Pilze u. s. w. aus organisirten Stoffen entstehen lässt, von der Lehre der eigentlichen Urzeugung (*generatio spontanea*), nach welcher Organismen aus formlosen Flüssigkeiten entstehen sollen, wesentlich abweicht und wie er selbst sagt, eine Metamorphosenlehre ist, für die beobachteten Fälle nicht bestreiten; dass aber auch der Rothfäulepilz, dass überhaupt alle parasitischen oder bisher für Parasiten gehaltene Pilze stets aus sich umwandelnden organisirten Pflanzenstoffen entstehen sollen, dem muss ich allerdings bis jetzt widersprechen. Als Hartig die Resultate der erwähnten Untersuchungen, welche erst später, als dieses erste Heft der „mikroskopischen Feinde des Waldes" das Licht der Oeffentlichkeit erblicken werden, niederschrieb, waren ihm meine oben mitgetheilten Beobachtungen über die Entstehung des Rothfäulepilzes aus keimenden *Rhynchomyces*sporen noch nicht bekannt. Auf diese Beobachtungen gestützt, muss ich bis auf Weiteres bei meiner Ansicht, dass die Rothfäule durch von aussen in den Baum eingedrungene Pilzkeime hervorgebracht werde, beharren. Eher liesse sich die Entstehung der bei der Rothbuchenkrankheit auftretenden Pilze mit der Hartig'schen Ansicht in Einklang bringen; bevor jedoch nicht nachgewiesen wird, 1. dass das Mycelium des *Fusidium* und der *Libertella* wirklich aus sich verändernden Chlorophyll- und Stärkekörnern sich bildet, 2. dass die Schwärmer der Fusidiensporen u. a. in die Buchenzweige nicht eindringen und hier ein Mycelium nicht zu entwickeln vermögen, kann ich die Ansicht, dass auch diese Krankheit durch von aussen eingedrungene Keime des genannten Schimmelpilzes erzeugt werde, nicht aufgeben. Uebrigens scheint mir Hartig's Ansicht, soweit dieselbe lebende Organismen sogar aus todten, folglich dem puren Chemismus anheimgefallenen, wenn auch organisirten Stoffen entstehen lässt, doch von der eigentlichen Urzeugung wenig verschieden zu sein. Hartig und ich sind folglich in diesem Punkte wissenschaftliche Gegner, und das schadet nicht nur nichts, sondern kann nur nützen, indem dergleichen divergirende Meinungen selbstverständlich zu weiteren Forschungen anregen, durch welche die Wahrheit doch endlich gefunden werden muss.

Taf. I.



Willkomm del. C. F. Schmidt lith.

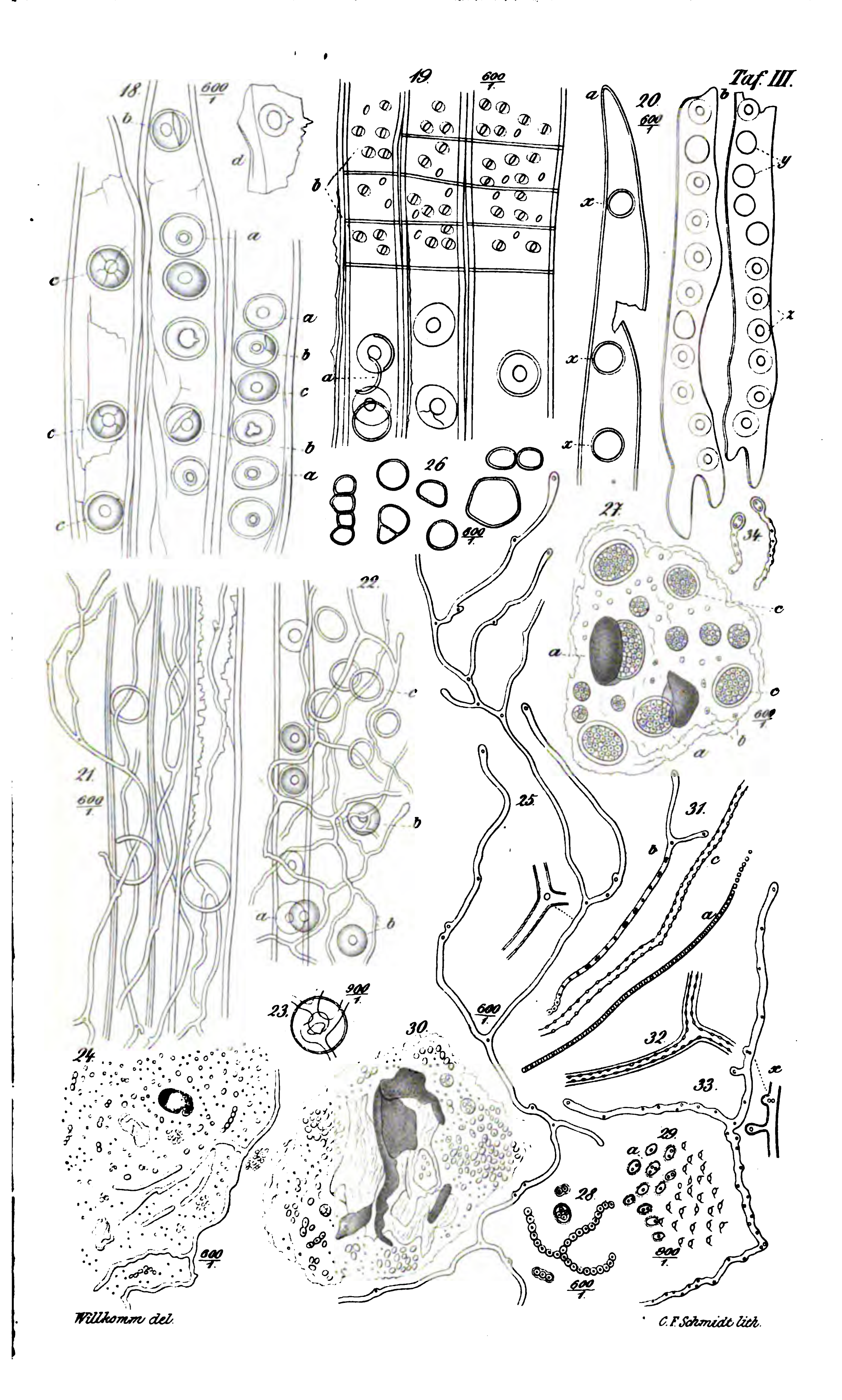
Taf. II.



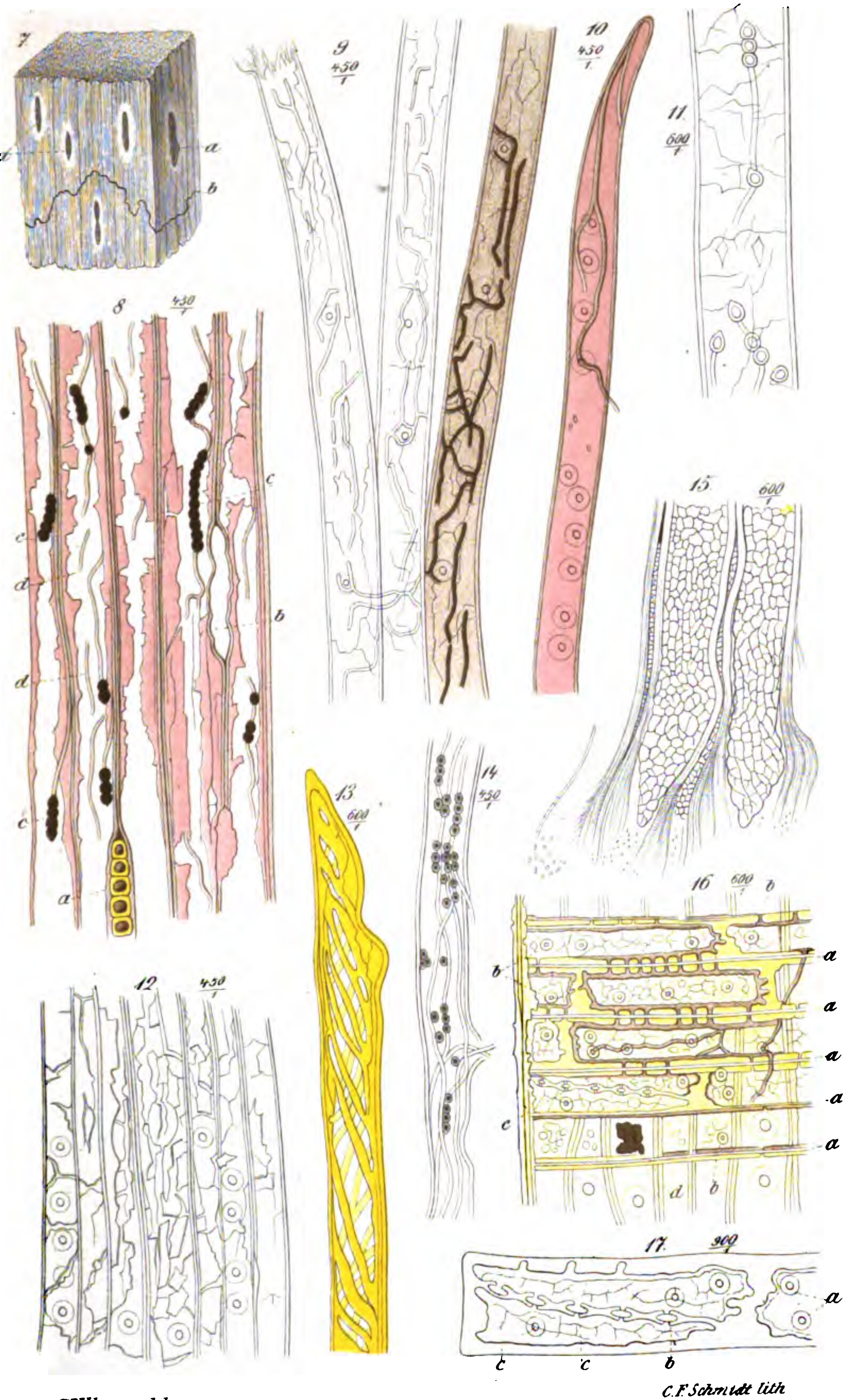
Willkomm del.

C.F. Schmidt lith




Taf. III.
Willkomm del.
C. F. Schmidt lith.

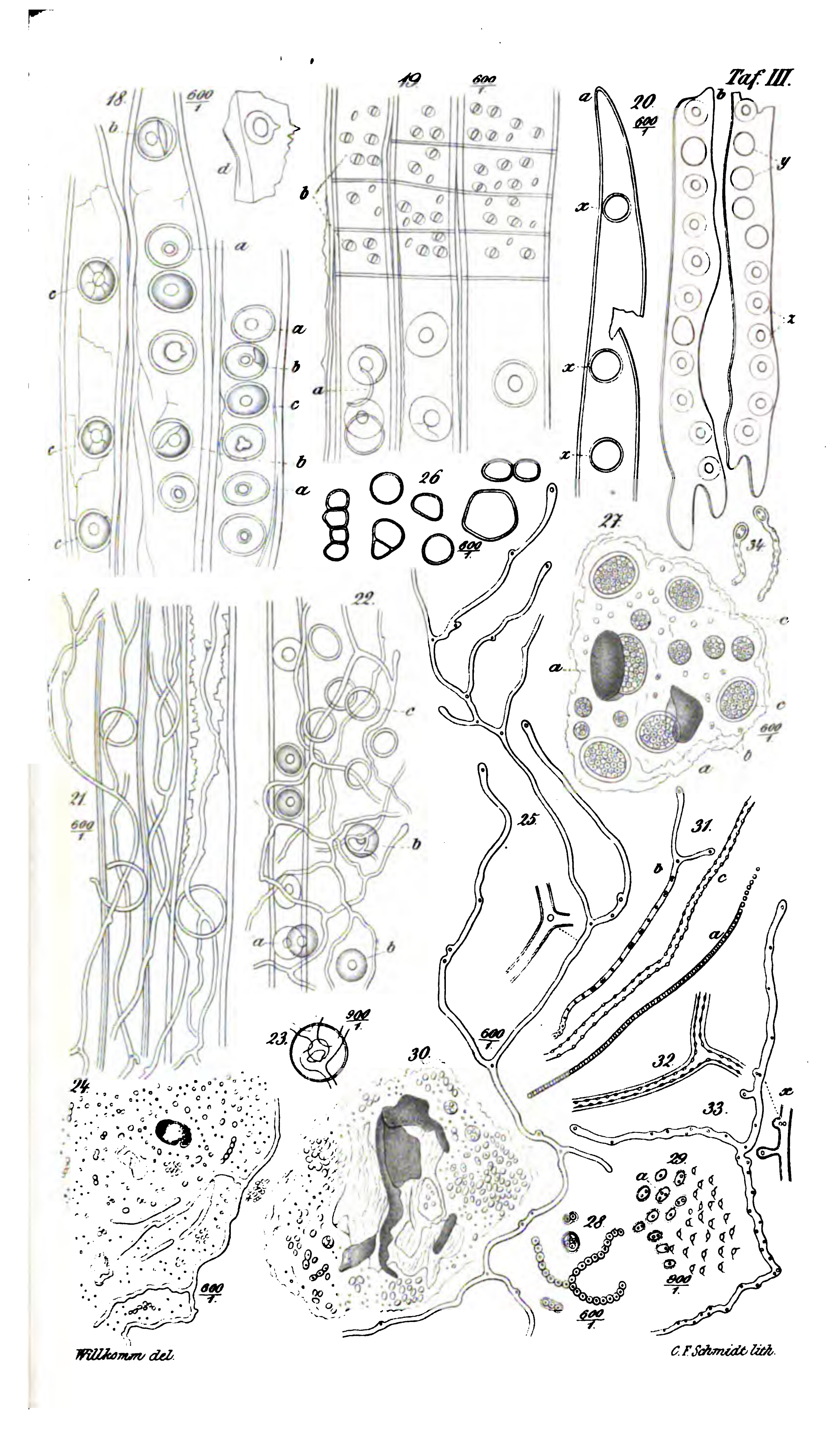
Taf. II.

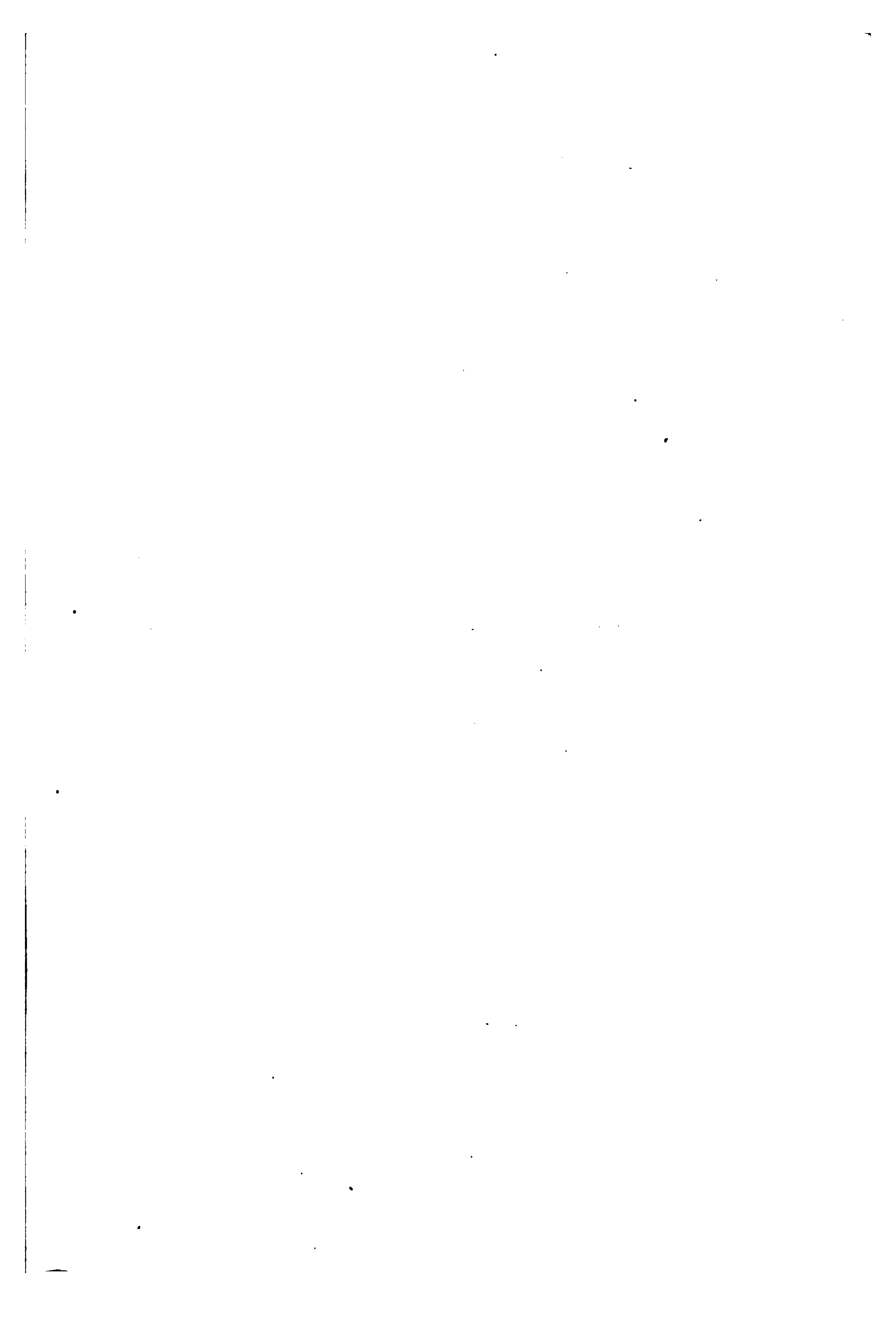


Willkomm del.

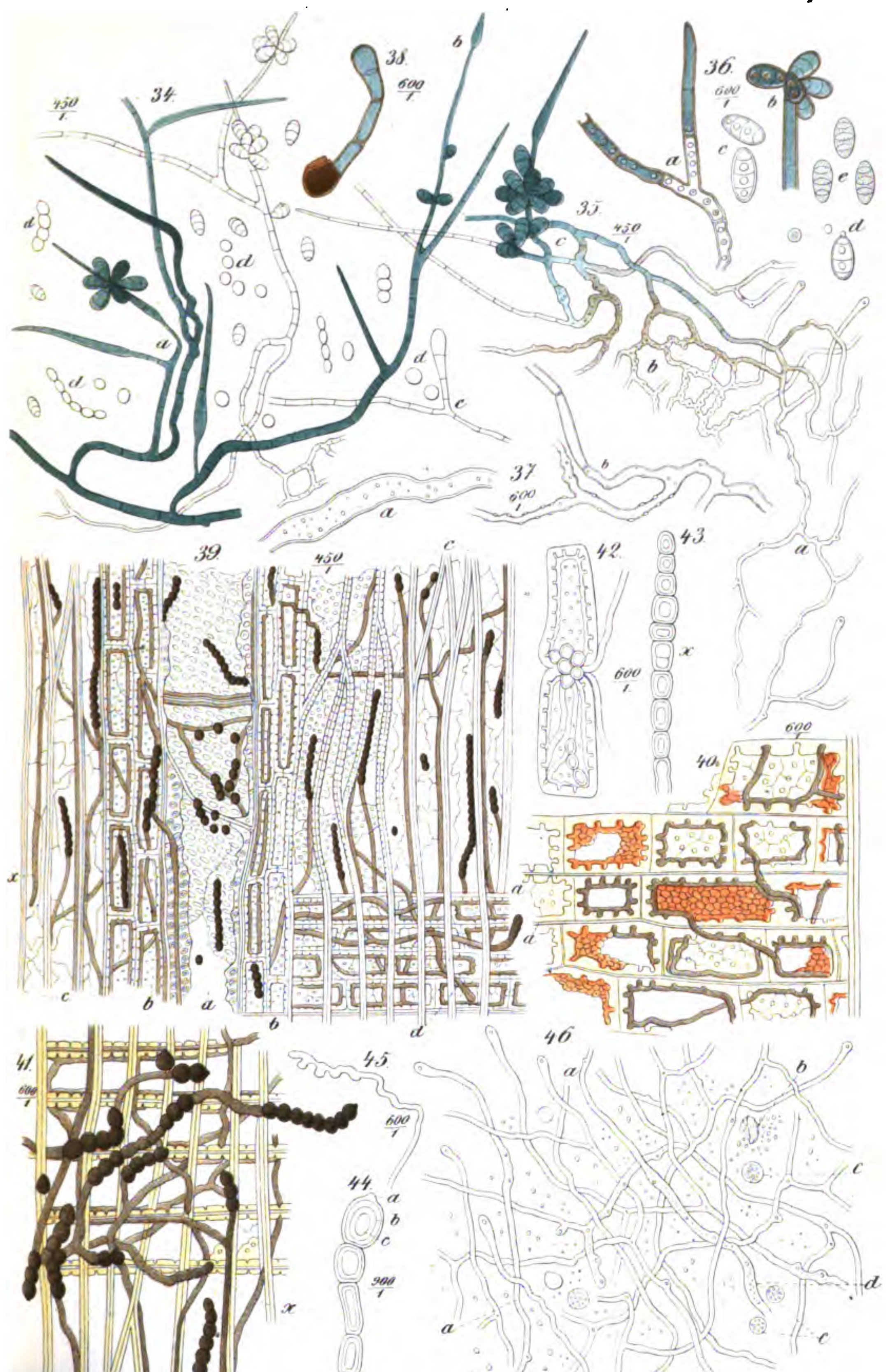
C.F. Schmidt lith



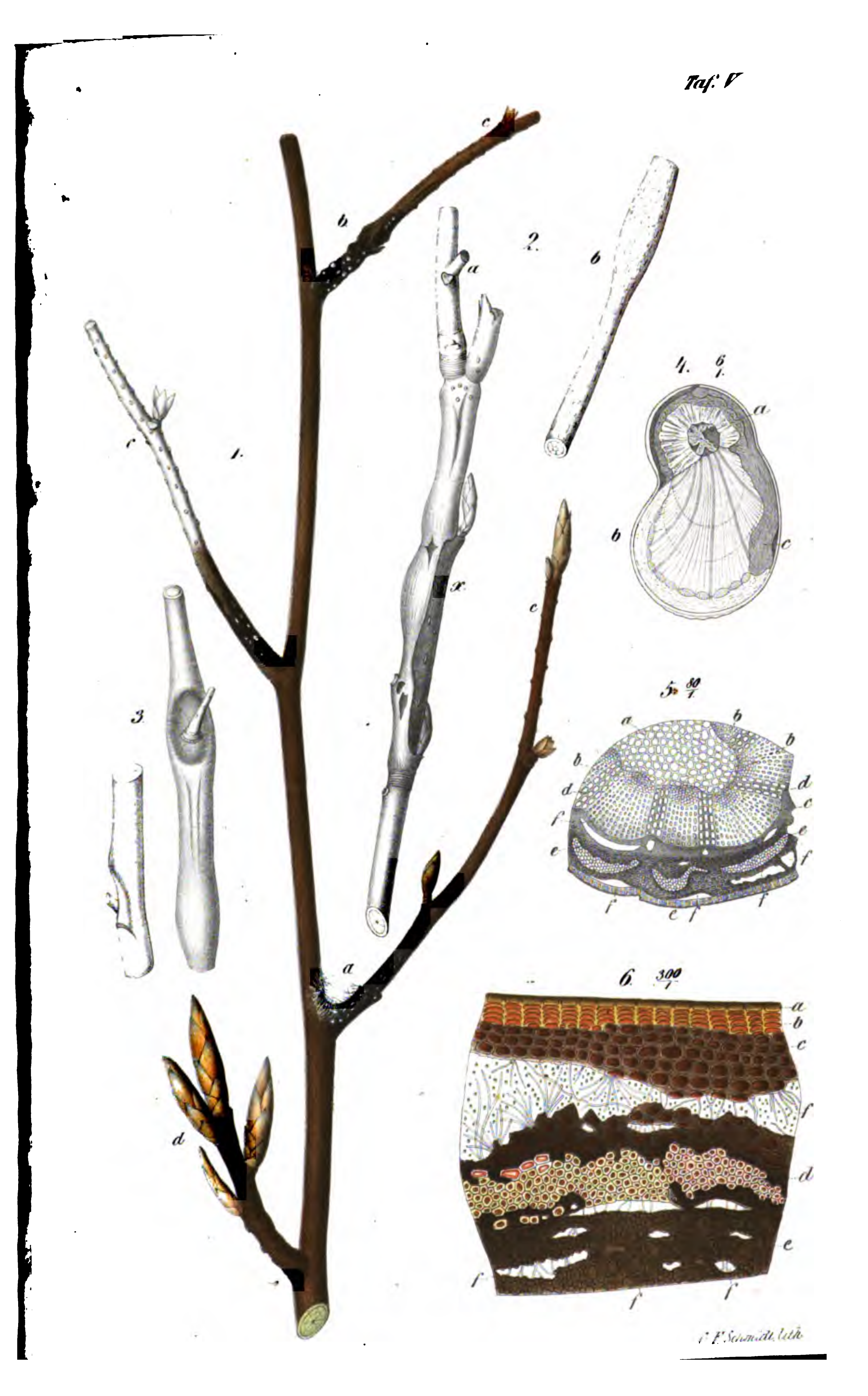

Taf. III.
Willkomm del.
C. F. Schmidt lith.



Taf. IV.



34.
450/1
35.
450/1
36.
600/1
37.
600/1
38.
600/1
39.
450/1
40.
600/1
41.
600/1
42.
600/1
43.
44.
900/1
45.
600/1
46.


Taf. V
1.
2.
3.
4. 6/1
5. 80/1
6. 300/1
C. F. Schmidt lith.

Taf. VI.

7. 600/1

9. 600/1

8. 600/1 x

10. 600/1 a b c c c

12. 600/1

13. 600/1

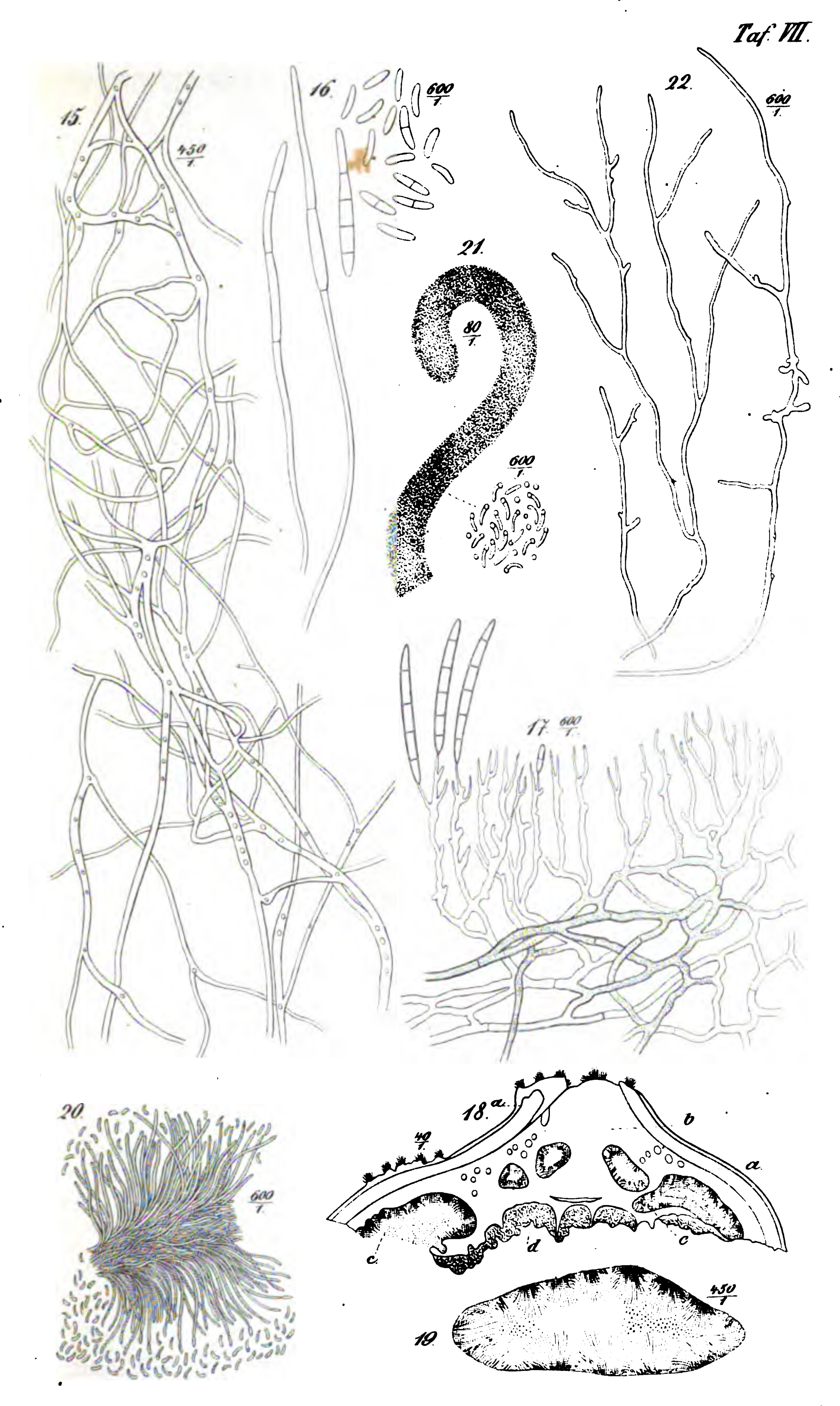
14. 600/1

11. 450/1 a b

Willkomm del.

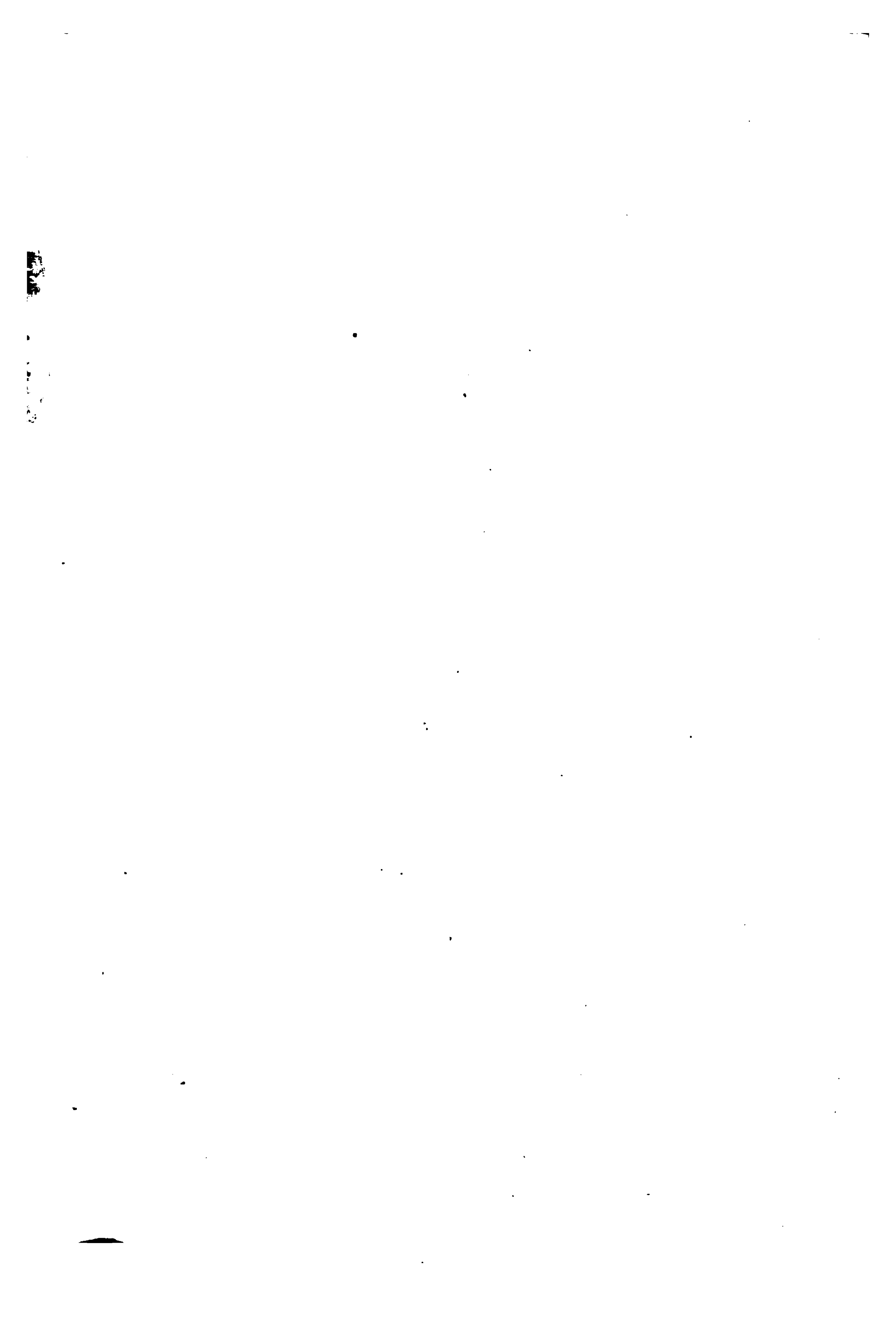
C. F. Schmidt lith.

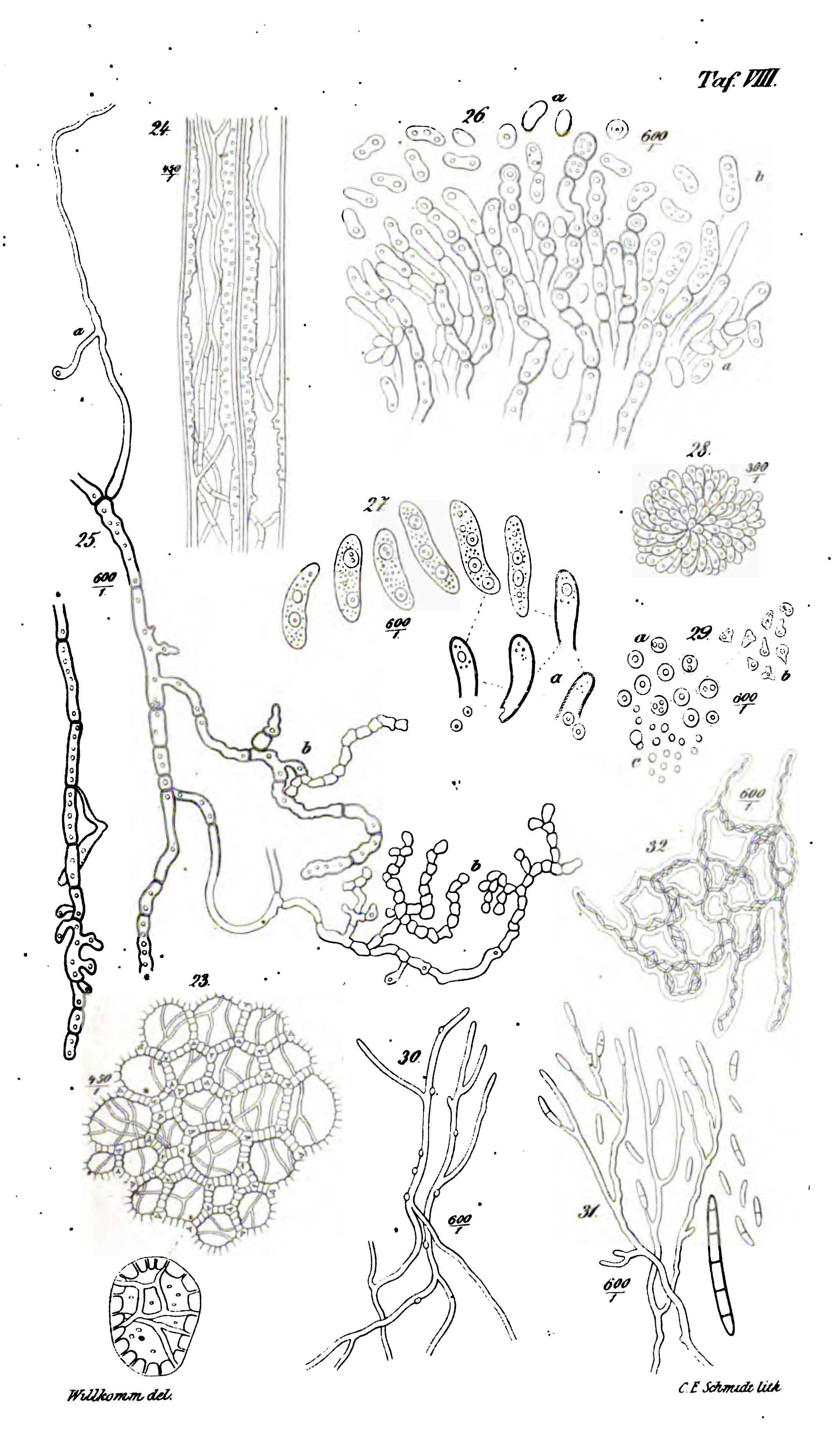
Taf. VII.



Willkomm del.

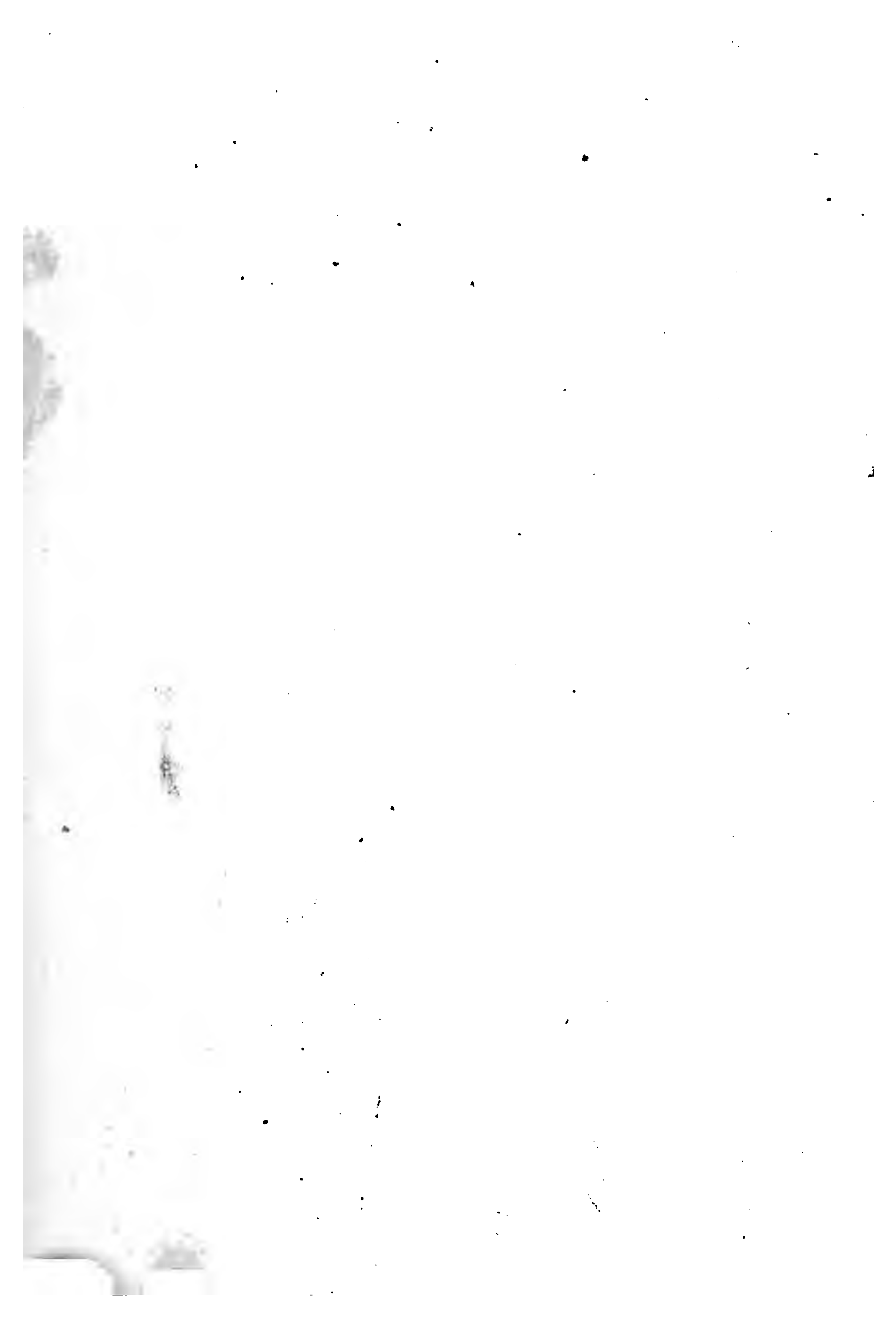
C F Schmidt lith.





Willkomm del.

C. E. Schmidt lith.



Die Rostpilze der Nadelhölzer und die durch sie verursachten Krankheiten.

Unter „Rost“ werden Seitens der Landwirthe herkömmlicherweise diejenigen Krankheiten des Getreides (namentlich des Weizens) verstanden, welche durch das Erscheinen pulvriger Häufchen, Flecke, Striche oder Streifen von meist rostgelber, seltner hell- bis schwarzbrauner Farbe an Halmen, Blättern und Spelzen charakterisirt sind und ein Verwelken, Verkümmern oder (selten) gänzliches Absterben der ergriffenen Pflanzentheile zur Folge haben. Die mikroskopische Forschung wies bei Zeiten nach, dass jene pulvrigen Häufchen u. s. w. aus den Sporen von Pilzen bestehen, deren Mycelium sich im Innern der kranken Pflanzentheile befindet, dass jene Pilze die Ursache des Verwelkens, Verkümmerns oder Absterbens der von ihnen bewohnten Pflanzentheile seien, folglich die Rolle von Schmarotzerpilzen spielen und dass dergleichen Pilze nicht allein bei den Getreidearten und den Gräsern überhaupt, sondern auch bei einer Menge anderer monocotyler und dicotyler Pflanzen, sogar bei Laubhölzern (z. B. Eichen, Birnbäumen, Kreuzdorn, Pulverholz, Sauerdorn, Rosen) vorkommen.

Weitere Beobachtungen ergaben, dass auch die Nadelhölzer von Rostpilzen, wie man fortan alle jene Pilze nannte, nicht verschont werden. Obwohl nun die bis jetzt bekannt gewordenen Rostpilze der Nadelhölzer Verheerungen im grossen Maassstabe noch nicht veranlasst haben, noch jemals veranlassen dürften, so verdienen sie doch theils wegen der weiten Verbreitung von manchen jener Pilze, theils weil einzelne derselben höchst auffällige Erscheinungen (Missbildungen, Harzausflüsse u. drgl.) an den von ihnen befallenen Baumindividuen zu verursachen vermögen, die Beachtung der Forstmänner ebenso sehr, wie alle übrigen parasitischen Pilze. Ich glaube daher der Forstwissenschaft, wie der Naturforschung einen Dienst zu leisten, wenn ich im Folgenden Alles, was bisher über die Rostpilze der

Nadelhölzer bekannt geworden ist und was eigene Untersuchungen über einzelne jener Pilze ergeben haben und noch ergeben werden, zusammenstelle. Ich halte dies für um so zeitgemässer, je weniger in der forstlichen Literatur über jene Pilze zu finden ist und je getheilter die Meinungen der Forstmänner über Wesen und Bedeutung derjenigen abnormen Erscheinungen an den Nadelhölzern sind, welche durch Rostpilze verursacht werden. Bevor ich aber die bis jetzt bekannt gewordenen Rostpilze der Nadelhölzer und die durch sie herbeigeführten sogenannten Krankheiten schildern kann, muss ich des Verständnisses halber zunächst auf die Rostpilze überhaupt und deren höchst merkwürdige Entwickelungsgeschichte eingehen.

I. Entwickelungsgeschichte der Rostpilze.

Die Rostpilze *(Uredinei)* wurden in dem älteren mykologischen System zu den Staubpilzen *(Coniomycetes)* gerechnet und mit den Brandpilzen *(Ustilaginei)* zusammengeworfen*). Nach den neueren Forschungen sind sie zwar die nächsten Verwandten der Brandpilze, unterscheiden sich aber von diesen wesentlich durch ihre Entwickelungsgeschichte und bilden mit denselben eine aus lauter parasitischen Pilzen bestehende Gruppe, welche von Fries und A. de Bary den Namen *Hypodermii* erhalten hat**), weil sich ihre Sporen oder sporenerzeugenden Apparate unter der Oberhaut der Nährpflanze entwickeln und dieselbe durchbrechen, worauf sie an der Aussenfläche der Pflanze als pulvrige Häufchen u. s. w. erscheinen.

Die Rostpilze sind durch Vielgestaltigkeit ihrer Fortpflanzungsorgane und durch häufig vorkommende Generationswechsel ausgezeichnet. Den complicirtesten Entwickelungsgang zeigen die meisten bis jetzt untersuchten Arten der Gattung *Puccinia*, zu welchen die auf unseren Getreidearten vorkommenden Formen von Rost gehören. Da diese Gattung offenbar den Typus der Uredineen bildet, so will ich dieselbe hier zur Erläuterung der eigenthümlichen durch einen Pleomorphismus (Vielgestaltigkeit der Fructification) und Generationswechsel ausgezeichneten Entwickelungsgeschichte vieler Rostpilze benutzen. Der Entwickelungsgang der meisten Puccinien schliesst im Herbst mit der Erzeugung dickwandiger doppelzelliger Sporen ab, welche

*) Der französische Mykologe Léveillé wies zuerst (1839) den Unterschied zwischen den Brand- und Rostpilzen nach; die ausführlichsten Untersuchungen über beide Familien verdanken wir aber den Gebrüdern Tulasne in Paris und dem Prof. A. de Bary. Vgl. die am Schluss des Abschnitts II. angeführte Literatur.

**) Vgl. Hofmeister, Handbuch der physiolog. Botanik. II. 1. S. VI. (1866).

zu überwintern und folglich den Pilz von einem Jahr zum andern fortzupflanzen bestimmt sind. Bary nennt diese Sporen Teleutosporen (von τελευτή, Vollendung), weil sie das Ende des gesammten Entwickelungsgangs des Pilzes kennzeichnen. Wir wollen sie in der Folge Dauersporen nennen, weil sie bei den meisten Uredineen, auch wenn sie nicht überwintern, eine Zeit lang nach ihrer Entwickelung in Unthätigkeit verharren, bevor sie keimen. Letzteres tritt bei den Sporen von *Puccinia* im Frühlinge ein, wo dann aus einer in der äusseren dickwandigen Haut jeder der beiden Zellen vorhandenen Oeffnung ein zarter Schlauch (Ausdehnung der innern Sporenhaut) hervorwächst, welcher später sich verzweigt, indem er zarte Stielchen treibt und dann bald durch Bildung von Querscheidewänden gegliedert erscheint, bald ungegliedert bleibt (Fig. 5). Man nennt diesen eigenthümlichen Keimschlauch, in den allmälig der gesammte feinkörnige Inhalt der Sporenzellen übertritt, das Promycelium, weil ein solcher Keimschlauch nicht unmittelbar in eine Nährpflanze eindringt und daselbst zum wirklichen Mycelium sich weiter entwickelt, sondern zunächst an der Spitze der erwähnten Stielchen (Sterigmen) Sporen zweiter Ordnung oder Sporidien bildet (Fig. 5, a, b). Diese fallen, sobald sie reif geworden, ab und keimen sofort, wenn die dazu nöthige Feuchtigkeit und Wärme auf sie einwirkt, wobei sie äusserst zarte Fäden (Keimschläuche) treiben, an denen häufig Sporidien zweiter Ordnung (secundäre Sporidien) entstehen, die in derselben Weise keimen. Gerathen dergleichen Sporidien auf ein Individuum derjenigen Pflanze, in welcher der Pilz sich weiter zu ent-

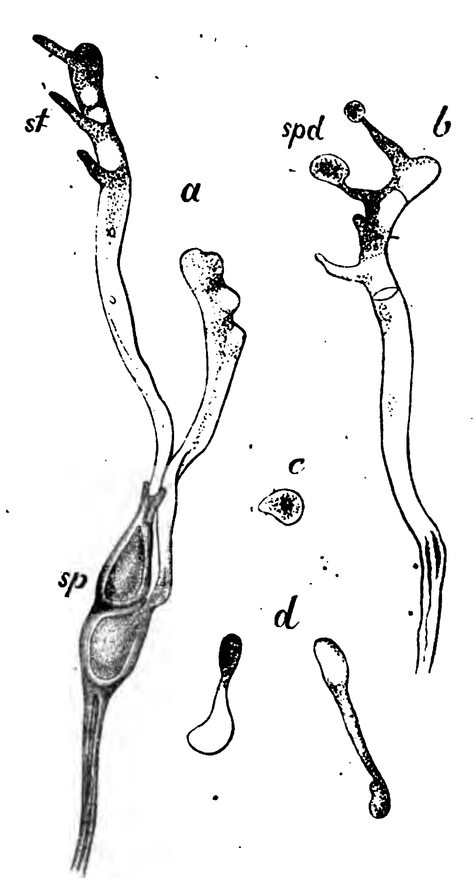


Fig. 5. Keimung der Dauersporen und Sporidien von *Puccinia graminis* nach Tulasne. a gekeimte Dauerspore (sp), welche aus beiden Sporenzellen das Promycelium entwickelt hat, aus dem bei st die Sterigmen hervorwachsen. b Promyceliumschlauch, welcher bereits Sporidien (spd) gebildet hat. c eine reife Sporidie, d gekeimte Sporidien.

wickeln von der Natur bestimmt ist, so dringen dann Keimschläuche in das unter der Oberhaut (Epidermis) gelegene Zellgewebe ein, indem sie die nach aussen gekehrte Wandung der Oberhautzellen der Nährpflanze gewaltsam durchbohren. Der eingedrungene Keimschlauch, dessen draussen gebliebener Theil schnell zusammenschrumpft und vergeht, worauf auch das mikroskopisch kleine Bohrloch wieder zuwächst, entwickelt nun im Innern der Nährpflanze ein Mycelium, welches blos einen sehr geringen Raum einnimmt und rasch ein eigenthümliches Sporenlager erzeugt. Dieses durchbricht gewaltsam die Oberhaut der Nährpflanze und erscheint nun als ein becherförmiger Körper von meist lebhaft rostgelber Farbe. Das ist jene Fructificationsform, welche unter dem Namen „Becherrost" längst bekannt und bis auf die neueste Zeit für eine eigene Pilzgattung, Aecidium genannt, gehalten worden ist. Der Bildung von Aecidien geht in der Regel das Erscheinen von Spermogonien (s. Heft I. S. 16) vorher. Die Innenfläche der Aecidien ist mit dicht neben einander stehenden Stielchen (Basidien) besetzt, welche Ketten von gewöhnlich rostgelben rundlichen oder eckigen Sporen tragen (Fig. 6). Auch die Aecidiumsporen keimen sofort, nachdem sie reif geworden und auf die betreffende Nährpflanze gerathen

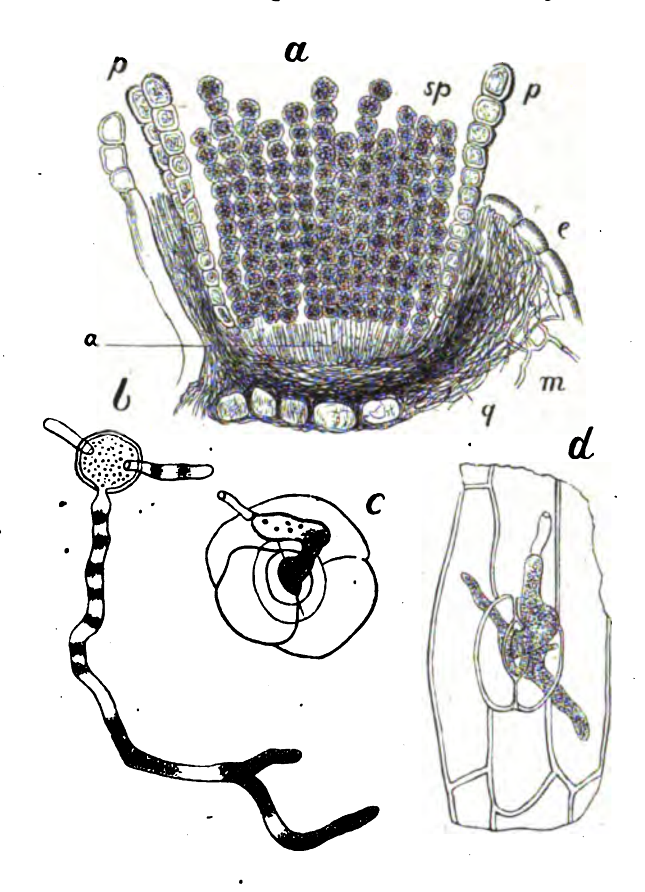


Fig. 6. a Durchschnitt durch *Aecidium Grossulariae* nach De Bary. a Basidien, welche die Sporenketten (sp) tragen, p Wandung des becherförmigen Behälters, q Myceliumfilz, aus denen die Basidien hervorwachsen, m Mycelium, e Oberhaut der Nährpflanze. b, c, d gekeimte Sporen von *Aecidium Tragopogonis* nach De Bary. Man sieht in c und d das Eindringen des Keimschlauchs in eine Spaltöffnung der Nährpflanze.

sind; ihre meist gekrümmten einfachen oder ästigen Keimschläuche, welche häufig wieder Sporidien erzeugen, dringen, wie auch die aus letztern hervorwachsenden Keimschläuche stets durch eine Spaltöffnung in die betreffende Nährpflanze ein (Fig. 6). Hier entwickeln sich dieselben zu einem ebenfalls nur einen beschränkten Raum einnehmenden Mycelium, welches alsbald eine neue Fructificationsform erzeugt, deren Sporen die Oberhaut gewaltsam durchbrechen und an deren Aussenfläche ein anfangs von den Rändern der zerrissenen Oberhaut umgebenes, später den Riss ganz bedeckendes pulvriges Häufchen von bestimmter Form und rostgelber Farbe bilden. Das ist diejenige Fructificationsform, die man im gewöhnlichen Leben als den eigentlichen Rost zu betrachten pflegt und welche in der Wissenschaft als vermeintliche eigene Pilzgattung den Namen Uredo erhalten hat. Ihr unter der Oberhaut der Nährpflanze sich entwickelndes Fruchtlager ist ein aus verfilzten Myceliumfäden bestehendes Polster, das auf seiner ganzen der Oberhaut zugekehrten Fläche fadenförmige Schläuche (Basidien) treibt, deren jeder eine einzige längliche oder rundliche Spore abschnürt (Fig. 7, a). Die Uredosporen keimen in derselben Weise, wie die Aecidiumsporen; auch ihre Keimschläuche dringen nur durch die Spaltöffnungen in das Innere der Nährpflanze ein, woselbst sie ein ebenfalls beschränktes Mycelium entwickeln, das nach 6 bis 10 Tagen ein neues Fruchtlager und zwar dieselbe Fructificationsform *(Uredo)* erzeugt. Dieser Vorgang wiederholt sich den ganzen Sommer hindurch, weshalb die Zahl der nach und nach erzeugten Uredosporen eine ganz ungeheure werden kann. Durch diese Sporen wird der Rost während des Sommers rasch und weit verbreitet, weshalb De Bary dieselben Sommersporen der Rostpilze genannt hat. Gegen das Ende der Vegetationsperiode der betreffenden Nährpflanze (im Spätsommer oder Herbst) erzeugen endlich dieselben Fruchtlager, welche bisher Uredosporen bildeten, die ebenfalls auf Basidien stehenden derbwandigen, stets dunkel gefärbten Dauersporen der Pucciniaform (Fig. 7, b), womit die ganze Entwickelung des Pilzes für das laufende Jahr abschliesst.

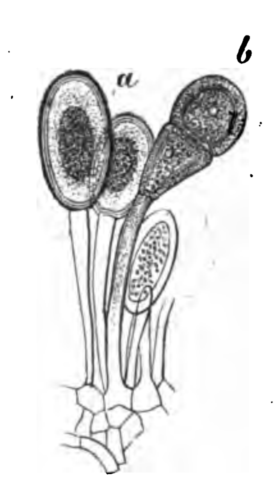


Fig. 7. Schnitt durch ein Uredo-Häufchen von *Puccinia graminis* nach De Bary. a Uredosporen od. Stylosporen, b eine Puccinia (Dauer)-spore.

Die Rostpilze aus der Gattung *Puccinia* sind also einem dreifachen Generationswechsel unterworfen, indem der aus der keimenden Pucciniaspore hervorgehende Pilz, welcher zunächst als ein

sporidienerzeugendes Promycelium ausgebildet erscheint, 1. als *Aecidium*, 2. als *Uredo*, 3. als *Puccinia* auftritt. Jedes dieser Stadien ist durch eine besondere Fructificationsform ausgezeichnet und sind diese Fructificationsformen einander so wenig ähnlich, dass es verzeihlich genannt werden muss, dass dieselben bis auf die neueste Zeit für drei verschiedene Pilzgattungen genommen wurden. Das Merkwürdigste hierbei ist aber die Thatsache, dass diese drei Fructificationsformen nicht auf einer, sondern auf zwei specifisch verschiedenen Nährpflanzen vorkommen. So haben die zahlreichen Beobachtungen und Einimpfungsversuche von Tulasne, Kühn und namentlich De Bary gelehrt, dass die Aecidien des gemeinen Streifenrosts des Weizens und anderer Gräser sich nur auf den Blättern des Sauerdorns *(Berberis vulgaris* L.) finden *(Aecidium Berberidis* Pers.), während die aus deren Sporen hervorgehende Uredoform *(Uredo linearis* Pers.) und die zuletzt daraus entstehenden Pucciniasporen *(Puccinia graminis* Pers.) nur auf dem Weizen und andern Gräsern zu vegetiren vermögen. Ebenso erscheinen der Fleckenrost *(Puccinia straminis* Fuck.) und der Kronenrost *(Puccinia coronata* Cord.) als Uredoform *(Uredo Rubigo vera* DC.) und als Puccinia auf die Getreidearten und einige Gräser beschränkt, während ihre Aecidien auf himmelweit verschiedenen Nährpflanzen leben, nämlich diejenigen des Fleckenrosts auf den Blättern von *Anchusa officinalis* L. und *Lycopsis arvensis* L., zwei in manchen Gegenden häufig vorkommenden Unkräutern der Getreidefelder, diejenigen des Kronenrosts auf den Blättern des Kreuzdorns *(Rhamnus cathartica* L.) und des Pulverholzes *(Rhamnus Frangula* L.). Beide waren als *Accidium Asperifoliaccarum* und *Ae. Rhamni* Pers. längst bekannt. Es ergiebt sich also aus diesen Beispielen, welche sich noch vermehren liessen, dass die Aecidienform der Puccinien eine ganz anders organisirte Nährpflanze beansprucht, als wie diejenige ist, auf welcher die Uredo- und Puccinienform zu leben vermag, dass folglich diese Rostpilze Individuen specifisch und generisch verschiedener Pflanzen so zu sagen durchwandern müssen, bevor sie ihre vollkommenste Sporenform, die Dauersporen zu erzeugen vermögen. Auch ist durch Versuche bewiesen worden, dass die Sporidien der Promycelien nur das betreffende Aecidium hervorbringen können, wenn sie auf die Blätter der oben genannten Nährpflanzen gelangen und, geschieht dies nicht, ihre Keimschläuche, wenn sie überhaupt solche entwickelt haben, zu Grunde gehen, dass ebenso die Aecidiumsporen nur die betreffende Uredoform und zwar blos auf Individuen derjenigen Nährpflanzen, auf welchen die *Puccinia* zu leben bestimmt ist, zu erzeugen vermögen. Milliarden von Sporidien, Aecidium-, Uredo- und Pucciniasporen gehen sicherlich jedes Jahr verloren, weil sie nicht auf diejenigen Pflanzen gelangten.

in welche allein ihre Keimschläuche eindringen können und in denen allein sich aus ihnen ein lebensfähiges Mycelium zu entwickeln vermag*).

Aber nicht alle Rostpilze haben einen so ausgeprägten Generationswechsel, wie die eben geschilderten Puccinien des Getreides. Manchen fehlt die Aecidium- oder Uredoform, ja bei dem weiter unten ausführlich zu schildernden Rostpilze der Fichtennadel (*Chrysomyxa Abietis* Ung.) scheint nur eine Fructificationsform vorzukommen. Von vielen Rostpilzen ist übrigens die Entwickelungsgeschichte noch gar nicht genau bekannt, indem man nur Aecidien oder Uredoformen kennt, nicht aber die wahrscheinlich dazu gehörenden Dauersporen. Das gilt z. B. von mehrern Rostpilzen der Nadelhölzer. Da indessen bereits festgestellt worden ist, dass manche Rostpilze überhaupt nur als Aecidien auftreten (z. B. die Arten der Gattung *Endophyllum*, welche nur Aecidien bilden, deren Sporen sofort ein sporidientragendes Promycelium treiben, welches durch die Keimschläuche seiner Sporidien wieder denselben Pilz hervorbringt), so wäre es möglich, dass auch die erwähnten Nadelholzrostpilze nur auf eine Fructificationsform beschränkt seien. Nicht unerwähnt darf bleiben, dass nach den neuesten Untersuchungen ein Zusammenhang zwischen manchen (vielleicht allen?) Rostpilzen und sogenannten Schimmelpilzen besteht, worauf näher einzugehen die nachfolgenden Abhandlungen mehrfache Gelegenheit bieten werden.

Bei allen Rostpilzen scheint das Mycelium, dessen Fäden bald gegliedert, bald ungegliedert, farblos oder mit gelblichen bis orangerothen Oeltröpfchen angefüllt sind, immer nur einen sehr beschränkten Raum in der Nährpflanze einzunehmen, aber ausschliesslich in deren assimilirenden Geweben (im Parenchym der Blätter und Rinde) vegetiren zu können. Deshalb vermögen die Rostpilze nur dann ihren Nährpflanzen bedeutend zu schaden, beziehentlich deren Tod herbeizuführen, wenn ihre Mycelien in sehr grosser Menge auf denselben vorhanden sind (mit andern Worten: wenn sehr viele Keimschläuche in die Nährpflanze eingedrungen waren und an zahllosen Stellen Mycelien entwickelt hatten), indem dann allerdings theils in Folge der Verstopfung der Spaltöffnungen und Intercellulargänge, theils in Folge der Verzehrung oder Umwandlung des Zelleninhalts und der Zerstörung vieler Zellen,

---

*). Wen erinnerte dieser ganze Entwickelungsgang nicht an jene Eingeweidewürmer, welche auch einem Generationswechsel unterworfen sind und ihre verschiedenen Entwickelungsstadien in den Körpern verschiedener Thiere durchmachen müssen! Und sind nicht z. B. die Finnen, welche im Innern vollkommen geschlossener Organe (Muskeln, Gehirn, Augen, Knochen u. s. w.) gras- und allesfressender Thiere leben und bekanntlich, wenn ihre Wirthe von fleischfressenden Thieren (bezieh. den Menschen) verzehrt werden, in deren Darmkanal diejenige Bandwurmart erzeugen, aus deren Eiern sie selbst hervorgingen, lange Zeit für eine eigene Wurmgattung (*Cysticercus*) gehalten worden? —

theils in Folge der durch das Aufbersten der Oberhaut oder Rinde veranlassten übermässigen Verdunstung bedeutende Störungen in der Saftcirculation, dem Athmungs- und Ernährungsprozesse herbeigeführt werden können, denen die Pflanze schliesslich unterliegen muss. Diese verderblichen Folgen werden natürlich bei einjährigen Kräutern und Gräsern sich schneller geltend machen, als bei perennirenden Pflanzen oder gar bei Holzgewächsen. Daher kommt es, dass die Rostkrankheiten der letzteren im Ganzen nicht viel zu bedeuten haben. Immerhin vermögen sie, wenn sie alljährlich oder überhaupt öfter wiederkehren, die betreffenden Bäume und Sträucher allmälig in einen kränkelnden Zustand zu versetzen, welcher sich durch Zuwachsverminderung, dürftige Belaubung, Unterdrückung der Blüthen- und Fruchtentwickelung u. s. w. zu erkennen giebt und Nadelhölzer leicht zu Brutstätten für Borkenkäfer und andere schädliche Insecten werden lassen kann. Aus letzterem Grunde gewinnen die Rostkrankheiten der Nadelhölzer für den Forstmann eine höhere Bedeutung und dürfte es auch deshalb zweckmässig erscheinen, diese Krankheiten sorgfältig zu erforschen und genau zu beschreiben, damit die Forstmänner in den Stand gesetzt werden, dieselben sicher zu erkennen und durch rechtzeitige Entfernung rostkranker Stämme weiteres und grösseres Unheil von ihren Wäldern abzuwenden.

II. Uebersicht der bei unsern Nadelhölzern vorkommenden Rostpilze*).

Name des Pilzes.	Name der Nährpflanze.	Bemerkungen.
Chrysomyxa Abietis Ung.	*Abies excelsa DC.* Fichte.	Erzeugt die „Gelbfleckigkeit" der Fichtennadeln.
Caeoma pinitorquum De Bary.	*Pinus silvestris* L. Kiefer.	Eine Uredoform! Bewirkt verschiedenartige Verunstaltungen, wohl auch das Absterben junger Kiefern.
Peridermium pini Fries.	*Pinus silvestris* L. — *nigricans* Host. — *Pinaster* Ait.	Der „Kiefernblasenrost", eine Aecidiumform! Bewirkt Harzausfluss und ist wahrscheinlich die Ursache des „Kienzopfes" der Kiefern.

*) Diese kurze Uebersicht macht selbstverständlich keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Ich habe nur diejenigen Rostpilze angeführt, welche näher gekannt sind, namentlich auch in Bezug auf ihre Einwirkung auf die Nährpflanze und bin überzeugt, dass weitere Beobachtungen und Untersuchungen noch manchen andern bisher übersehenen oder unterschätzten Rostpilz bei unsern Nadelhölzern kennen lehren werden.

Name des Pilzes.	Name der Nährpflanze.	Bemerkungen.
Peridermium elatinum Link.	*Abies pectinata DC.* Weisstanne.	Eine Aecidiumform! Ursache der „Hexenbesen" und des „Krebs" der Tanne.
Podisoma juniperinum Oerst.	*Juniperus communis* L. Wachholder.	Veranlasst Auftreibungen an Stämmen und Aesten des Wachholders.
Podisoma clavariaeforme Oerst.	Wachholder.	Wie voriger.
Podisoma Sabinae Fr.	*Juniperus Sabina* L. Sadebaum.	Wie die vorhergehenden. — Zu diesen drei Pilzen gehören als Aecidien drei auf Laubhölzern vorkommende Arten der lange Zeit für eine selbstständige Uredineengattung gehaltenen Gattung *Roestelia* Rebent, nämlich zu *Podisoma juniperinum* die auf den Blättern der Eberesche *(Sorbus Aucuparia)* vorkommende *Roestelia cornuta*, zu *P. clavariaeforme* die auf den Blättern des Holzapfelbaums, des Weissdorns und des Mehlbeerbaums *(Pyrus Aria)* wachsende *R. penicillata*, zu *P. Sabinae* die auf den Blättern des gemeinen Birnbaums häufig erscheinende *R. cancellata*. Hier ist also ein Generationswechsel vorhanden, aber ohne Uredoform.

Wir fügen hieran gleich die Angabe derjenigen Schriften, welche als die Fundamentalwerke unserer jetzigen Kenntniss der Uredineen zu betrachten sind und welche wir in den vorstehenden wie nachfolgenden Schilderungen vielfach benutzen und berücksichtigen mussten:

L. R. Tulasne, Mémoire sur les Ustilaginées et les Urédinées. In Annales des sciences naturelles. 3ᵉ sér. tom. VII (1847).

Léveillé, Sur la disposition des Urédinées. Ebendaselbst, Bd. VIII (1848).

A. de Bary, Untersuchungen über die Brandpilze und die durch sie verursachten Krankheiten der Pflanzen. Berlin, 1853.

L. R. Tulasne, Second mémoire sur les Urédinées et les Ustilaginées. In Annal. des scienc nat. 4 sér. tom. II (1854).

Kühn, Lehrbuch der Krankheiten der Culturgewächse. Berlin, 1859.

A. de Bary, Recherches sur le développement de quelques champignons parasites. In Annal. des scienc. nat. 4 sér. tom. XX (1863).

— —, Neue Untersuchungen über Uredineen. In den Monatsberichten der Berliner Akademie der Wissenschaften. Jahrg. 1865.

A. de Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. Bildet die 1. Abtheilung des 2. Bandes des vom Prof. Dr. Hofmeister herausgegebenen „Handbuchs der physiologischen Botanik". Leipzig, 1866. S. 184 ff.

Die in der botanischen und forstlichen Literatur bis jetzt veröffentlichten Beobachtungen und Untersuchungen über die vorstehend genannten Rostpilze und die durch sie verursachten Krankheiten der Nadelhölzer werden in den folgenden Specialschilderungen derselben angeführt werden.

III. Specielle Schilderung der Rostkrankheiten der Nadelhölzer und der sie verursachenden Pilze.

1. Der Fichtennadelrost oder die Gelbfleckigkeit der Fichtennadeln.

(Hierzu Taf. IX. X.)

a. Zur Literatur und Geschichte der Krankheit.

Ich will hier gleich sämmtliche zu meiner Kenntniss gelangten Mittheilungen und Abhandlungen über die genannte Krankheit der Fichte in chronologischer Reihenfolge anführen:

v. Berg, Ueber das Gelbwerden der Fichtennadeln am Harze. In Behlen's Allgem. Forst- und Jagdzeitung, 1831, S. 494—496. Ebendaselbst im Jahrg. 1833, S. 164 und Jahrg. 1834, S. 65—68.

F. Unger, Beiträge zur vergleichenden Pathologie. Sendschreiben an Herrn Prof. Dr. Schönlein. Wien, 1840.

Fr. Stein, Ueber zwei Schmarotzerpilze im Innern der Fichten- und Kiefernnadel und ihren Antheil an den Krankheiten derselben. Tharander Jahrbuch, IX. Band (1853), S. 105 ff.

Th. Hartig schildert die fragliche Krankheit und namentlich den ihr zu Grunde liegenden Pilz in einer „die Nadelbräune der Fichte" betitelten Mittheilung in den Verhandlungen des Harzer Forstvereins, Jahrg. 1864, S. 62 f.

M. Reess, *Chrysomyxa Abietis* Ung. und die von ihr verursachte Fichtennadelkrankheit. In: Botanische Zeitung, 1865, Nr. 51 u. 52.

A. Röse, Ueber die Fichtennadelkrankheit oder die Gelbfleckigkeit der Fichten. In: Ergänzungsblätter zur Kenntniss der Gegenwart, herausgegeben von H. J. Meyer und O. Dammer. I. Bd. Hild-

burghausen, 1866, S. 686—688, und in der Monatsschrift für das Forst- und Jagdwesen, redigirt von Baur, Jahrgang 1866, S. 145—150.

M. Willkomm, Der Fichtenrostpilz *(Chrysomyxa Abietis* Ung.*)* und seine Beziehung zum Stärkemehl der Fichtennadel. In: Botanische Untersuchungen aus dem physiolog. Laboratorium der landwirthschaftl. Lehranstalt zu Berlin, herausgegeben von H. Karsten. Heft III (1866), S. 207—220.

J. Münter, Ueber Fichtennadelrost. Ebendaselbst, S. 221—255.

E. Loew, Ueber *Arthrobotrys oligospora* Münt. Und: Bemerkungen zu vorstehendem Aufsatze, von A. de Bary. In: Botanische Zeitung, 1867 (Nr. 10 vom 8. März).

H. Karsten, Einige Bemerkungen über die von Münter angeregten Fragen und die von Bary gegebene Beantwortung derselben. In: Karsten's botanischen Untersuchungen (Juni, 1867).

Wie aus diesen Literaturangaben zu ersehen, ist die Gelbfleckigkeit der Fichtennadeln und der sie verursachende Pilz schon seit geraumer Zeit bekannt und keineswegs erst in neuester Zeit beobachtet worden, wie manche Forstmänner zu glauben scheinen*). Denn schon Herr v. Berg hat die Krankheit und ihre Folgen ausführlich und in der Hauptsache ganz richtig beschrieben und schon 1834 erklärt derselbe, welcher damals Oberförster in Lauterberg, also praktischer Forstmann war, einen oder vielmehr zwei Blattpilze, die der von ihm zu Rathe gezogene, mittlerweile verstorbene Dr. Wallroth in Nordhausen, einer der hervorragendsten Mykologen jener Zeit, in den gelbgefleckten Fichtennadeln entdeckt hatte, und deren von Wallroth entworfenen, sehr umfänglichen, wenn auch dem jetzigen Stande der Wissenschaft nicht entsprechenden Beschreibungen mitgetheilt werden, für die eigentliche und einzige Ursache jener damals am Harze weit verbreiteten und Fichten der verschiedensten Altersklassen und Standörter befallenden Krankheit. Die beiden Blattpilze nannte Wallroth *Blennoria Abietis* und *Sphaeria navicularis.* Blos um den ersten handelt es sich hier, der zweite hat, wie später nachgewiesen worden ist, mit der Gelbfleckigkeit der Fichtennadeln nichts zu thun. Ohne Kenntniss dieser Beobachtungen und Publicationen beschrieb 1840 Professor Unger, damals in Grätz, dieselbe Krankheit,

*) Dies zur Berichtigung einer Notiz über den Fichtennadelrost im neuesten Heft (15. Jahrg., 2. Heft) der „Forstlichen Berichte mit Kritik", wo diese Krankheit und der sie verursachen sollende Pilz als eine neue Entdeckung besprochen wird. Von Forstmännern, welche Zeitschriften redigiren, sollte man doch erwarten, dass sie wenigstens ihre eigene Literatur kennen.

welche in der Nähe genannter Stadt aufgetreten war, a. a. O. unter dem Titel: „*Chrysomyxa Abietis,* eine neue Krankheitsform der Fichte.“ In dieser mir leider nicht zur Verfügung stehenden von angeblich vorzüglichen Abbildungen begleiteten Abhandlung werden sowohl die Krankheit als der sie verursachende Pilz auf 29 Quartseiten ausführlich beschrieben. Doch war es dem berühmten Verfasser nicht gelungen, die Entwickelungsgeschichte des Pilzes aufzuklären. Auch fand sein Pilzgenus trotz der gegebenen ausführlichen Beschreibung keine Anerkennung bei den Mykologen. So stellten Rabenhorst in dem 1844 erschienenen ersten Bande seiner trefflichen Kryptogamenflora Deutschlands (I, S. 68) und Elias Fries, der hochverdiente schwedische Pilzforscher, in seiner 1849 veröffentlichten *Summa vegetabilium Scandinaviae* (p. 519) Unger's *Chrysomyxa* zu den *Phylleriaceen,* d. h. zu zweifelhaften Gebilden, von denen man damals nicht wusste, ob sie zu den Pilzen zu rechnen oder Degenerationen des Zellgewebes der Pflanzen seien, an denen sie auftreten; ja Bonorden erklärte in seinem 1851 herausgekommenen Handbuch der allgemeinen Mykologie (S. 313) die *Chrysomyxa Abietis* Unger's geradezu für einen „Pflanzenauswuchs“. Das ist vielleicht der Grund, weshalb Prof. Stein, mein Vorgänger in Tharand, in seiner 1853 veröffentlichten ausgezeichneten Arbeit über die Gelbfleckigkeit der Fichtennadeln die Unger'sche Pilzgattung gar nicht erwähnt. Stein beschreibt Beides, Krankheit und Pilz, sehr richtig, hat aber die Sporenbildung und Sporenkeimung des letzteren übersehen und irrigerweise die von Wallroth a. a. O. in sehr unklarer und verworrener Weise beschriebene *Sphaeria navicularis,* welche bisweilen auf gelbfleckigen Fichtennadeln mit vorzukommen scheint, für die wahre Fructificationsform des in den gelbfleckigen Nadeln wuchernden Pilzes gehalten. Er will daher beide Pilze unter dem Wallroth'schen Namen *Blennoria Abietis* vereinigt wissen. Seitdem wurde wenigstens in Sachsen Seitens der Forstmänner, welche überhaupt Kunde von den v. Berg'schen und Stein'schen Veröffentlichungen besassen, der Pilz der Gelbfleckigkeit der Fichtennadel allgemein *Blennoria Abietis* genannt. Man hielt damit die Sache jedenfalls für abgethan, denn bis zum Jahre 1864 ist meines Wissens keine weitere Mittheilung über diese Fichtennadelkrankheit weder in der forstlichen noch naturwissenschaftlichen Literatur erfolgt. Ich selbst habe während dieser Periode die Gelbfleckigkeit der Fichtennadeln auf forstlichen Excursionen in der Sächsischen Schweiz, im Erzgebirge und selbst auf dem Tharander Walde mehrmals gesehen, war aber damals mit andern Arbeiten zu sehr beschäftigt, um Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte jenes Pilzes anstellen zu können. Im Jahre 1864 machte Forstrath Th. Hartig dem Harzer Forstverein eine

kurze Mittheilung über eine bei Lautenthal aufgetretene von Pilzen begleitete Nadelkrankheit der Fichte, welche er die „Nadelbräune“ der Fichte nennt und schildert dabei auch eine andere Krankheitsform der Fichtennadel, welche offenbar mit der bisher beobachteten Gelbfleckigkeit identisch ist. Hartig ist der erste, welcher die Sporen (Sporidien) des Pilzes, die er vollkommen richtig beschreibt, deren Keimung er aber auch nicht beobachtet zu haben scheint, gesehen hat, hält aber den Pilz irrigerweise für *Peridermium elatinum* Lk. Uebrigens erwähnt derselbe kein Wort der früheren von v. Berg und Stein veröffentlichten Abhandlungen, bezeichnet auch die Krankheit nicht mit dem gebräuchlich gewordenen Namen „Gelbfleckigkeit“. Hartig hält übrigens den Pilz nicht für die Ursache der Krankheit, sondern für ein Umwandlungsproduct der Stärkekörner der Fichtennadel in Folge einer unbekannten Krankheit, eine Ansicht, welche ich in meinem Aufsatz über den Fichtennadelrost widerlegt zu haben glaube und auf die ich später zurückkommen werde. Ein Jahr darauf veröffentlichte ein junger Botaniker, Max Reess, damals Student in Freiburg i. B. und Schüler des Professors A. de Bary, unter dessen Leitung gemachte Untersuchungen über die betreffende Fichtennadelkrankheit. Ihm gebührt das Verdienst, die Entwickelungsgeschichte des Pilzes zuerst vollständig verfolgt und auf experimentellem Wege dessen Parasitismus bewiesen zu haben. Denn Reess beobachtete nicht allein das Auskeimen der Dauersporen und Sporidien des die gelbgefleckte Fichtennadel bewohnenden Pilzes, sondern auch das gewaltsame Eindringen der aus den Sporidien sich entwickelnden Keimschläuche in die Oberhaut gesunder junger Fichtennadeln, auf welche er die Sporidien übertragen hatte. Diese Untersuchungen ergaben zugleich, dass der fragliche Pilz zu den *Uredineen* (Abtheilung *Melampsoreae* Tul.) gehöre und demgemäss keine *Blennoria* (eine von Fries zuerst aufgestellte, einer ganz andern Pilzfamilie, den *Naemasporeae* angehörende Gattung) sein könne, dass er vielmehr eine besondere Gattung der Rostpilze bilden müsse. Er restituirte daher mit Fug und Recht den Unger'schen Namen *Chrysomyxa*, welcher auch vollkommen passend ist, da der Inhalt sowohl der Myceliumfäden als der Sporen und Sporidien in der That als ein goldgelber Schleim (*χρυσῆ μύξα*) erscheint. Theils diese mir sehr interessanten Untersuchungen, theils die oben erwähnte Behauptung Hartig's bezüglich der Entstehung des Pilzes, theils das bedenkliche Auftreten dieses Parasiten in den Fichtenbeständen eines sächsischen Staatsreviers seit dem Frühling 1865 veranlassten mich, im Frühlinge und Sommer des vorigen Jahres selbst Untersuchungen über die Gelbfleckigkeit der Fichtennadeln, welche, da sie von einem Rostpilz verursacht wird, fortan richtiger als Fichtennadelrost zu bezeichnen sein dürfte, und über die

Entwickelungsgeschichte der *Chrysomyxa Abietis* anzustellen, deren Ergebnisse ich in der oben angeführten Abhandlung veröffentlicht habe. Weitere Untersuchungen darüber habe ich im vergangenen Winter und im Frühlinge dieses Jahres angestellt und werde ich deren Ergebnisse in Abschnitt c. mittheilen. Ich freue mich aufrichtig, die Reess'schen Beobachtungen, soweit sie sich auf die Entwickelungsgeschichte des Pilzes beziehen, geringfügige Dinge ausgenommen, vollständig bestätigen zu können. Weniger einverstanden bin ich mit den von Reess gegebenen Abbildungen, welche zum Theil (insbesondere Fig. 1 und 11) nicht naturgetreu, sondern schematisch sind. Gleichzeitig mit mir hat Prof. Münter in Greifswald im vorigen Jahre die Rostkrankheit der Fichte in den pommerschen Wäldern studirt und sehr sorgfältig untersucht, wie seine oben citirte umfängliche Abhandlung darüber beweist, in welcher auch die geographische Verbreitung und die systematische Stellung des Parasiten ausführlich erörtert wird. Er und ich beschäftigten uns gleichzeitig mit demselben Gegenstande, ohne Kunde von einander zu haben: um so interessanter und wichtiger ist es, dass auch unsere beiderseitigen Beobachtungen in der Hauptsache übereinstimmen. Nur in einem Punkte weichen Münter's Beobachtungen von den meinigen und von denen Reess's und Stein's wesentlich ab, nämlich bezüglich der Entwickelung der Sporidien, worauf ich in Abschnitt c. zurückkommen werde. Münter entdeckte zugleich einen Generationswechsel, oder richtiger die Erzeugung eines andern und zwar eines Schimmelpilzes, den er zur Gattung *Arthrobotrys* zog, durch das Mycelium der *Chrysomyxa*, ein Vorgang, welcher trotz der von Loew und Bary dagegen erhobenen Bedenken und Einsprüche vollkommen richtig sein dürfte, wie weiter unten nachgewiesen werden soll. Abgesehen von diesen naturwissenschaftlichen Untersuchungen der letzten Jahre hat A. Roese in Schnepfenthal interessante Mittheilungen über das Vorkommen des Fichtennadelrostes im Thüringer Walde gegeben.

b. Aeussere Erscheinung, Wirkung, Vorkommen und geographische Verbreitung der Krankheit.

Die ersten Anfänge der Fichtenrostkrankheit zeigen sich je nach dem Klima bald schon in der zweiten Hälfte des Mai (in Süddeutschland) oder Anfang bis Mitte Juni (in den milderen Lagen Mitteldeutschlands, z. B. Sachsens), bald erst um Mitte des Juli (in Norddeutschland, z. B. Neu-Vorpommern, und in höheren Gebirgslagen, z. B. dem Erzgebirge zwischen 2—3000 par. Fuss Höhe), in Süd- und Mitteldeutschland schon an den etwa bis zur Hälfte ihrer Länge herangewachsenen noch weichen Nadeln der neuen

Triebe (Maitriebe), in Norddeutschland. wenigstens nach Münter, erst an den völlig ausgewachsenen Nadeln derselben Triebe. Es erscheinen dann an den hellgrünen Nadeln bleichgelbe Flecken und Quergürtel oder Ringel, welche sich allmälig vergrössern und immer intensiver gelb färben. Dies währt bis an's Ende der Vegetationsperiode, um welche Zeit die befallenen übrigens völlig normal gestalteten Nadeln bald nur an der Spitze oder Basis, selten ganz und gar gelb gefärbt, bald und am häufigsten mit gelben Quergürteln, die auffällig von den dazwischen befindlichen dunkelgrünen Zonen abstechen, gezeichnet erscheinen (Taf. IX, Fig. 1). Und zwar ist die Nadel auf den obern und untern Flächen an den betreffenden Stellen gelb gefärbt, unterseits jedoch intensiver, als oberseits. Während des Winters oder schon im Herbst bilden sich häufig bald an der Grenze der gelben Gürtel, bald auf diesen selbst oder in der Mitte gelber Flecken, bald auf den grün gebliebenen Parthieen missfarbene bräunliche bis schwarzbraune oder fast schwarze Flecken (Fig. 2). Oder die ganze Nadel erscheint missfarben, mit gelblichen, gelben und bräunlichen bis schwarzen Punkten und Flecken bestreut, oft wie marmorirt. Diese bräunlichen bis schwarzen Flecken, welche auch an ganz grünen Nadeln vorkommen und dann stets von einem hellen Hof umgeben sind, rühren von einem Schmarotzerpilz her, welcher nicht, wie ich eine Zeit lang meinte, im genetischen Zusammenhang mit der *Chrysomyxa* steht, wogegen auch die Thatsache spricht, dass dergleichen von demselben Pilz veranlasste Flecken auch häufig an Fichten gefunden werden, welche weder vom Nadelrost befallen sind, noch in der Nähe rostiger Fichten stehen. Ich gedenke über diesen zur Gattung *Sporidesmium* gehörenden Pilz, welcher wenigtens in Sachsen ein sehr häufiger Begleiter des Fichtenrostpilzes ist, weshalb ich ihn hier erwähnen musste, im dritten Hefte dieses Werkes ausführlich berichten zu können. Während des Winters, gewöhnlich um Weihnachten, selten schon im Spätherbst bilden sich an den untern Flächen der vom Rost befallenen Nadeln auf den gelben Flecken und Gürteln meist in der Nähe der Nadelränder etwas vorragende Längsschwielen von glänzend rothbrauner Farbe (Fig. 3). Bis zum Frühjahr schwellen diese linealen oder länglichen Schwielen immer stärker an, so dass sie (um Tharand) Anfang April als halbrunde Längswülste von glänzend gelbrother Farbe erscheinen (Fig. 3, a.). Bald berstet nun die gewaltsam aufgetriebene Oberhaut der Nadel längs der Mittellinie des Wulstes (gegen Mitte bis Ende April) und es tritt aus dem klaffenden Spalt ein orangegelbes sich sammetartig anfühlendes Polster hervor, welches sich im Mai leuchtend goldgelb färbt (Fig. 3, b. c.) und mit der Loupe betrachtet eine feinpulvrige Oberfläche zeigt. Ja, zu einer gewissen Zeit kann man schon mit der Loupe deutlich

sehen, dass die Oberfläche des Polsters mit zahllosen feinen aufrechten, dicht neben einander stehenden hellen Stielchen oder Fädchen, gewissermaassen mit einem Schimmelräschen bedeckt ist, dessen Oberfläche ein goldgelbes Pulver abscheidet. Dieser Zustand dauert aber nur wenige Tage, worauf das seine goldgelbe Farbe noch einige Zeit behaltende Polster zusammengesunken und gleichsam gefaltet erscheint. Bald färbt sich dasselbe grau oder braun, wobei es noch mehr einschrumpft und nun beginnen auch die bis dahin noch grün gebliebenen Theile der Nadel, wenn solche überhaupt vorhanden waren, zu erbleichen. Zuletzt, bei uns meist im Juli, wird die Nadel ganz trocken, worauf sie bald abfällt. Nach Münter sollen bisweilen die zusammengeschrumpften und vertrockneten Polster sich von der Nadel ablösen und abfallen, worauf die Nadel eine kleine Höhlung zeigt und stehen bleibt. Ich habe dies nicht beobachtet.

Die Rostkrankheit der Fichtennadel dauert also ein reichliches Jahr und endet gewöhnlich mit dem gänzlichen Absterben und Abfallen der Nadel. Es werden von ihr nur die jungen Nadeln, niemals die vorjährigen oder noch älteren befallen und zwar meist die Triebe der untern und mittlern Aeste, seltner auch die obern Zweige, am seltensten der Wipfeltrieb. Da aber in der Regel die meisten, oft alle Nadeln eines und desselben Triebes erkranken und schliesslich abfallen, der betreffende Trieb mithin entnadelt wird, so muss, wenn die Krankheit wie gewöhnlich sich mehrere Jahre hinter einander wiederholt, mit der Zeit eine mangelhafte, dürftige Benadelung der ganzen oder wenigstens der untern Hälfte der Baumkrone herbeigeführt werden. Am auffallendsten ist die Wirkung der Krankheit im Juli des zweiten Jahres nach ihrem ersten Auftreten, indem dann die vorvorjährigen und älteren Zweige mit dunkelgrünen, die diesjährigen Triebe mit hellgrünen Nadeln besetzt, die vorjährigen dagegen entweder mit gebräunten Nadeln versehen oder bereits ganz nackt (entnadelt) erscheinen. Werden nun die neuen Triebe wieder inficirt, und wiederholt sich dieser Vorgang auch in den folgenden Jahren, so sterben nicht selten die auf längern Strecken entnadelten nur noch an den äussersten Spitzen grünenden Zweige ganz ab. Ob ein gänzliches Eingehen (was nicht wahrscheinlich ist) des von Nadelrost befallenen Baumes endlich erfolgen kann und wie lange eine Fichte diese Krankheit zu ertragen vermag, bis sie ihr unterliegt, ist noch unbekannt; dass aber ein solcher Baum, auch wenn er nicht eingeht, ja später die Krankheit gänzlich wieder verschwindet, eine Reihe von Jahren in der Entwickelung seines Holz- und Rindenkörpers wesentlich beeinträchtigt, oder, wie der Forstmann sagt, im Zuwachs zurückgesetzt werden muss, ist ebenso gewiss, als dass eine solche kränkelnde Fichte leicht die Beute

gewisser Borkenkäfer werden kann. Werden nun Horste, zusammenhängende Bestandesränder oder gar ganze Bestände von der Rostkrankheit ergriffen, wie dies nach v. Berg's Mittheilungen 1831 am Harze der Fall gewesen, wo ganze Bergeinhänge gelb aussahen, so wird sowohl der Zuwachsverlust bedeutend, als auch die Gefahr einer bevorstehenden Borkenkäfercalamität nahe gerückt sein. Die Sache würde sich noch schlimmer gestalten, wenn ältere Stangenhölzer und Baumhölzer, also solche Fichten, welche den Angriffen des *Bostrichus typographus* am meisten ausgesetzt sind, vorzugsweise von dem Nadelrost zu leiden hätten. Dies ist glücklicherweise nicht der Fall, indem vorzüglich Fichten von 12—30 Jahren, nächst dieser solche von 10—12 Jahren, selten noch jüngere (6—10jährige) oder über 30 Jahre alte vom Rost befallen erscheinen, weshalb Münter das „reifere Pubertätsalter der Fichte als ein diese Krankheit begünstigendes Moment" betrachtet*). Wie nun ein gewisses Alter die Krankheit begünstigt, ohne dass deshalb andere Altersperioden derselben ganz unzugänglich sind, ebenso werden den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen zufolge gewisse Standortsverhältnisse der Krankheit vorzugsweise förderlich. Als solche sind zu nennen: feuchte, dumpfige Lage und dichtgedrängter Stand; man würde aber sehr irren, wollte man annehmen, dass eben deshalb die Rostkrankheit im Innern sehr geschlossener, etwa aus übersäten Saaten hervorgegangener Jungbestände, deren Baumindividuen wegen des zu dichten Standes immer mehr oder weniger kümmern, vorzugsweise auftrete. Gerade da beobachtet man sie am wenigsten, sondern vorzüglich an Bestandesrändern, Waldmänteln, in aus tief hinab beasteten Fichten bestehenden Horsten, an feuchten Thalgehängen, auf Plateaus mit undurchlassendem Untergrund u. s. w. Wie wenig im Allgemeinen Standortsverhältnisse maassgebend sind, dürfte aus folgenden Excerpten aus der vorhandenen Literatur hervorgehen:

„Im Allgemeinen betrachtet, findet man diese Erscheinung an alten und jungen Stämmen, jedoch mehr bei den Bäumen von jüngerem und mittlerem Alter, als bei alten — über 100 Jahre — Fichten; auf der Höhe der Berge oder in den Ebenen, mehr jedoch an den Höhen; bei geschützter oder exponirter Lage, an freistehenden Bäumen oder in vollen Beständen, auf feuchtem oder trocknem Boden, und zwar oft so bedeutend, dass ganze Bergeinhänge

*) Münter behauptet, dass der Nadelrost an Hochstämmen nicht vorkomme. Indessen giebt es wie überall keine Regel ohne Ausnahme. Anfang Januar d. J. erhielt ich nämlich von dem königl. sächsischen Forstrevier Lengefeld Zweige von der Krone einer etwa 70 Jahre alten Fichte, deren jüngste Nadeln fast alle vom Roste befallen waren. Der Name des Uebersenders, Herrn Revierförsters Kunze, bürgt mir dafür, dass eine Verwechselung nicht stattgefunden hat. Auch Herr v. Berg scheint den Rost sogar an über 100 Jahr alten Bäumen beobachtet zu haben.

gelb sind“ (v. Berg, 1831). An einer andern Stelle bemerkt derselbe Gewährsmann, „dass die Krankheit über den verschiedenartigsten sehr guten, wie auch mittelmässigen und schlechten, trocknen, feuchten und nassen Boden vertheilt ist, dass sie an Forstorten vorkommen, wo die Fichte Jahrestriebe von 2, 2½—3 Fuss Länge gemacht hat, sich also offenbar in einem ihr ganz angemessenen Boden und günstiger Lage befindet.“

„Die kranken Stämmchen finden sich sowohl in der Mitte als an den Säumen der Bestände und zwar ebenso an nördlichen wie an südlichen Bestandesrändern, doch will mich bedünken mehr an den letztern. Die Lage ist hoch und rauh, gegen 2700 Fuss über der Meeresfläche, der Boden aus Thonschiefer entstandener Lehm, gut. Die befallenen Pflanzen sind vorher, dem äussern Anschein nach, ganz gesund gewesen; wenigstens muss man dies aus dem guten letzten Jahreswuchse schliessen. Es will mir überhaupt scheinen, als seien gerade mehr gut- als geringwüchsige Stämme von der Krankheit befallen.“ (Oberforstmeister Roch, über die 1851 im sächsischen Voigtlande aufgetretene Gelbfleckigkeit in einem Briefe an Stein, abgedruckt in dessen Abhandlung.)

„Bodenverhältnisse und Meereshöhe scheinen keinen wesentlichen Unterschied zu machen, denn man findet die Erscheinung von den niedrigen Vorbergen bis zu den höchsten Erhebungen der Gebirge und auf allen geognostischen Formationen. Von ungleich grösserem Einfluss sind aber, wie bei allen Pilzkrankheiten, so auch hier, die Witterungsverhältnisse und namentlich können dieselben im ersten Frühjahre ganz wesentlich zur grössern Verbreitung des Pilzes beitragen. — Durch den ganzen Thüringer Wald und in jeder Erhebung habe ich die Krankheit seit Jahren beobachtet und kann eine entschiedene Zunahme ihrer Verbreitung, namentlich in dichten Beständen von dumpfen feuchten Lagen constatiren“ (Röse).

„In Betreff des lichteren und dichteren Standes stellte sich (in Neu-Vorpommern) aus den dahin zielenden Beobachtungen heraus, dass zwar keineswegs einzeln im Hochwalde stehende Stämmchen auch bei sehr freier Einzelnstellung gänzlich verschont waren, dass aber doch ein dichtgedrängtes Beisammenstehen mit Durchflechtung der unteren und mittleren Zweige ein intensiveres Kranksein auch im ersten Jahre der Erkrankung zeigte. Indessen nahm es vielfach den Anschein, als ob die Nadeln derjenigen Zweige, welche längs der Durchhaue und an Waldwegen der Luft und dem Lichte frei ausgesetzt sich fanden, ganz besonders befallen waren“ (Münter). Diese Beobachtung meines verehrten Collegen vermag ich vollkommen zu bestätigen, denn auch ich habe den Fichtennadelrost vorzüglich an der Lichtseite dichter Waldmäntel, an Wegen, Schneissen und in an frischen Berg-

lehnen befindlichen Beständen gefunden*). Nachdem Münter die Standortsverhältnisse an den Oertlichkeiten der vier neuvorpommerschen Reviere, wo die Krankheit 1865 plötzlich auftrat, und deren Erscheinen daselbst ausführlich beschrieben hat, so fährt er fort: „Da nun, wie sich aus Vorstehendem ergiebt, an allen vier neuvorpommerschen Heerden der Krankheit die Bodenbeschaffenheit eine so bemerklich verschiedene ist und die Krankheit demungeachtet sich bei so zahlreichen Fichtenstämmchen in einem Alter von 12—30 Jahren eingefunden hat, so kann der Einfluss des Bodens, wenigstens dessen chemische Zusammensetzung von nur sehr geringer Bedeutung sein, indem, wenn ein derartiger Einfluss behauptet werden sollte, jedenfalls doch erst zu beweisen sein möchte, was in den Bodenverhältnissen sich so plötzlich geändert haben müsste, um drei dicht neben einander stehende Pflanzen im Alter von 3—4, 20—30 und ca. 40—50 Jahren zu bestimmen, sich gegen den Eintritt der Krankheit so verschieden zu verhalten. Zum Theil viele Jahre lang standen die Fichten der Schmietkower Forst gesund und freudig wachsend neben einander, sich mit ihren Wurzeln vielfach durchkreuzend, vielleicht sogar sich ablactirend, aus einer und derselben Quelle ihre Nahrung ziehend: plötzlich tritt im Jahre 1865 die Erkrankung an den Nadeln der Jahretriebe von 1865 bei der jüngern Fichte auf, während der ältere Hochstamm und die sehr junge Pflanze ganz davon verschont bleiben und überdies nur die Nadeln eines Jahrgangs erkranken, während die der älteren Jahrgänge alle gesund bleiben." — Diese und ähnliche auffallende Erscheinungen erklären sich von selbst, sobald man, wozu die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschungen zwingen, den Rostpilz als die einzige und alleinige Ursache der Krankheit betrachtet und den verschiedenen Standorts-, Witterungs- und Altersverhältnissen nur einen mehr oder weniger begünstigenden Einfluss zuerkennt. Mehr hierüber in der Entwickelungsgeschichte des Pilzes (Abschnitt d.).

Die geographische Verbreitung des Fichtennadelrostes ist zwar trotz der zahlreichen bereits vorhandenen Mittheilungen darüber noch keineswegs genau ermittelt, doch scheint soviel festzustehen, dass derselbe in den gebirgigen Gegenden Deutschlands nicht allein weit häufiger, sondern auch seit weit längerer Zeit vorkommt, als in den ebenen, und von Süden nach Norden oder vielleicht richtiger von Südwest nach Nordost sich verbreitet hat.

*) Ebenso schreibt Herr Oberförster v. Witzleben unter dem 8. März 1866 über das Auftreten des Fichtennadelrostes auf dem Colditzer Revier: „Hauptsächlich an Rändern, Wegen u. s. w., im Anfange namentlich an der Morgen- und Mittagseite war bereits im vorigen Sommer das stellenweise Gelbwerden der Nadeln zu bemerken. Die Erscheinung hat sich nun weiter verbreitet und kommt im hiesigen Walde auch vereinzelt innerhalb der Bestände vor."

Nach den bekannt gewordenen Mittheilungen ist er aufgefunden worden: bei Grätz (Unger 1839), bei Freiburg im Breisgau und am Schwarzwalde bis zu 3400 Fuss Höhe (Bary und Rees, 1864—65), bei Laubach im Grossherzogthum Hessen und im badischen Odenwalde (Graf H. zu Solms 1864), im Altenburgischen Forst Quirla (Förster Schneider 1843), im sächsischen Voigtlande auf Kottenhaider und Tannhäuser Revier (Roch 1850), im Tharander Walde (Stein, Willkomm), im sächsischen Erzgebirge um Altenberg bis 2500 Fuss Höhe (Stein 1850—53, Willkomm 1866), in der sächsischen Schweiz (Cunnersdorfer Bezirk, Willkomm 1860—66), in den Gebirgen der Oberlausitz, im Iser- und Riesengebirge bei 1500—3000 Fuss Höhe (Willkomm 1856), in den mittelerzgebirgischen Forsten Sachsens (Lengefelder und Borstendorfer Revier, Förster Kunze und Forstconducteur Brachmann, 1866 bis 67), im Colditzer Walde (v. Witzleben, 1865—66), im Thüringer Walde (Röse), in der Nähe von Göttingen (Oberförster Rischmüller und Forstmeister Wissmann, 1864—65), am Harze (in grosser Ausdehnung 1831—34, v. Berg, später von Hartig 1863 und Willkomm 1864 ebenfalls beobachtet), in Neu-Vorpommern auf vier Revieren (Forstmeister Wiese, Oberförster Witte, Prof. Münter, 1865—66). Für Neu-Vorpommern, bis jetzt die nördlichste Gegend des Fichtenbezirks, wo die *Chrysomyxa* aufgetreten, ist es nachgewiesen, dass bis 1865 dieser Pilz dort nicht vorhanden gewesen, sondern derselbe erst und ganz plötzlich in genanntem Jahre aufgetreten ist, so dass an einem Einwandern dieses Parasiten von Süden her durch vom Wind herbeigeführte Sporen kaum gezweifelt werden kann.

c. Ergebnisse der comparativen mikroskopischen Untersuchungen gesunder und rostkranker Fichtennadeln.

Die Fichtennadel, welche an dem Wipfeltriebe fast rechtwinklig vierkantig, an den Seitentrieben dagegen vorwiegend zusammengedrückt, doch immerhin vierkantig ausgebildet erscheint und mittelst eines kurzen Stielchens einer höckerförmigen Anschwellung der Rinde, dem Blattkissen, aufsitzt, ist, wie ein Querschnitt lehrt, äusserlich zunächst von einer aus dickwandigen Zellen zusammengesetzten Epidermis (Taf. IX, Fig. 4, e.) umhüllt, welche an allen vier Flächen der Nadeln zahlreiche grosse, in parallele Längsreihen gestellte, schon unter der Loupe als weissliche Punkte (Fig. 1—3) sich darstellende Spaltöffnungen (Fig. 4, sp.) enthält. Eine Flächenansicht der abgeschälten Oberhaut zeigt, dass deren Zellen in der Richtung der Längenaxe der Nadel gestreckt und von vorherrschend prosenchymatischer Form sind und ihre nach aussen (dem beobachtenden Auge zugekehrte)

Fläche nur wenige rundliche zerstreute Tüpfel, die unregelmässig verdickten Seitenwände dagegen zahlreiche correspondirende. Tüpfelkanäle besitzen (Taf. X, Fig. 19). Querschnitte durch die Oberhautzellen zeigen in ihrer nach aussen gekehrten Wand, welche am meisten verdickt zu sein pflegt, zahlreiche Cuticularschichten (Fig. 20, e). Unter der Epidermis und innig mit ihr verbunden liegt eine continuirliche Schicht von sehr dickwandigen, in der Richtung der Längenaxe der Nadel parallel neben einander gelagerten und fest verbundenen Bastzellen (Fig. 4, b, Fig. 20, b), deren von keinen Kanälen durchsetzten Wandungen auf dem Querschnitte eine deutliche Schichtung erkennen lassen. An den Kanten der Nadel, namentlich den beiden Seitenkanten zusammengedrückter Nadeln, pflegt diese Bastzellenschicht doppelt zu sein (Fig. 4, 20). Unter jeder Spaltöffnung ist die Bastschicht durchbrochen, indem sich hier eine sogenannte Athemhöhle befindet (Fig. 20, a), in welche Intercellulargänge des zwischen der Bastschicht und dem centralen Gefässe oder richtiger Holzbündel gelegenen Parenchyms ausmünden. Letzteres, der eigentliche Heerd des in der lebenden Nadel während der Vegetationsperiode stattfindenden Assimilationsprozesses, erscheint auf dem Querschnitt aus unregelmässig gestalteten ziemlich dünnwandigen und locker verbundenen Zellen zusammengesetzt, zwischen denen sich zahlreiche Intercellulargänge befinden (Fig. 4, 20, p). Horizontal (der obern und untern Fläche parallel) durch die Nadel geführte Längsschnitte lassen erkennen, dass dieses Parenchym aus queren senkrecht zur Fläche der Nadel gestellten, durch breite Intercellularräume getrennten Schichten von Zellen besteht, weshalb die Nadel so zu sagen der Quere nach gefächert und ihr Parenchym auf einem zarten senkrechten Längsschnitt aus unregelmässig perlschnurförmigen, durch Intercellularräume geschiedenen Zellenreihen zusammengesetzt erscheint (Fig. 21, p). Die an einander grenzenden Wandungen der Parenchymzellen sind von correspondirenden Tüpfelkanälen durchsetzt, die den Intercellularräumen sowie der Bastzellenschicht zugekehrten entbehren derselben. Längs der beiden Seitenkanten zusammengedrückter Nadeln, oder auch blos an einer, erstreckt sich an der Grenze der Parenchym- und Bastzellen sehr häufig (nicht in allen Nadeln!) ein mit ätherischem Oel oder Harz gefüllter Kanal (Harzgang), der anfangs von einer kleinzelligen Schicht secernirender Zellen umgeben ist (Fig. 4, h). Im Centrum der Nadel verläuft in der Richtung der Längenachse von der Basis bis zur Spitze ein Zellenstrang, welcher das Gefässbündel repräsentirt, aber kein wirkliches Gefässbündel ist, indem er eigentliche Gefässe gar nicht enthält. Vielmehr besteht dieser centrale Zellenstrang, welcher die unmittelbare Fortsetzung eines vom Holzkörper der Achse abgezweigten und durch die Rinde in den Nadelstiel ein-

getretenen Bündels ist, zu innerst aus zwei durch markstrahlartige Zellen getrennten Bündeln enger Holzzellen und einem Bündel dickwandiger Bastzellen (Fig. 4, g). Diese drei fest zusammenschliessenden Bündel sind von mehreren Schichten dünnwandiger parenchymatischer Zellen umgeben, welche auf dem Querschnitt kreisförmig angeordnet erscheinen und sich scharf von dem assimilirenden Parenchym abgrenzen (Fig. 4, g). Die Wandungen dieser Zellen, welche wir die Gefässbündelscheide nennen wollen, sind von zahlreichen Tüpfelkanälen durchsetzt und erscheinen daher ihre Flächen getüpfelt (Fig. 21, g).

Nach der Entfaltung der Maitriebe, Mitte Mai, im Juni, ja oft noch gegen Ende Juli (je nach dem Standort der Fichte und der dadurch bedingten früheren oder späteren, rascheren oder langsameren Ausbildung der Nadeln) erscheinen die Zellen des assimilirenden Parenchyms mit feinkörnigem gelbgrünem Protoplasma angefüllt, welches durch den noch in grösserer oder geringerer Menge vorhandenen farblosen Zellsaft in wolkenartige Massen zertheilt ist. In jeder Zelle befindet sich innerhalb der grünlichen Masse ein grosser ebenso gefärbter Zellenkern (Fig. 21, p). Dieses grüne Protoplasma sondert sich später in Chlorophyllkörner, welche sich vermehrend bald fast den ganzen Innenraum der Zelle erfüllen und sich zugleich intensiver grün färben. Ist dies geschehen, so erscheint die vorher hellgrün gefärbte Nadel, welche mittlerweile ihr Wachsthum vollendet hat, dunkelgrün. Bald nach der Sonderung des grünen Protoplasma in Chlorophyllkörner tritt in letzteren die Bildung von Stärke ein, denn bei Behandlung mit Jod färbt sich ihr Centrum blau. Von Tage zu Tage steigert sich nun die Stärkebildung, bis endlich, Ende Juli bis Mitte August, die Chlorophyllkörner durch Jod mit Ausnahme einer ganz schmalen, grünlich bleibenden Zone intensiv dunkelblau bis schwarzblau gefärbt werden (Fig. 8). Später beginnt die Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern allmälig wieder abzunehmen, bis sie gegen das Ende der Vegetationsperiode (im September oder October) ganz aufhört, worauf die Körner gegen Jod nicht mehr reagiren. Sie bleiben den ganzen Spätherbst und Winter hindurch grün und erst gegen den Frühling hin (je nach dem Standort bald schon im März, bald erst im April) beginnt die Stärkebildung in ihnen von neuem, worauf sie rasch an Intensität zunimmt. Anfang Mai erscheinen die Chlorophyllkörner aller Zellen des assimilirenden Parenchyms von Stärke strotzend, ja selbst in den Zellen der Gefässbündelscheide und in den markstrahlartigen Zellen des centralen Bündels sind dann reichliche Stärkekörner vorhanden. Aber nicht allein die Nadeln der nunmehr vorjährigen Triebe, sondern auch diejenigen aller übrigen Zweige, die ältesten nicht ausgenommen, strotzen um diese Zeit von

stärkeerfüllten Chlorophyllkörnern im Parenchym, und von Stärkekörnern in der Gefässbündelscheide, während auch sie vorher (im Winter) keine Spur von Stärke wahrnehmen lassen. In dem Maasse, als die Knospen sich strecken und zu neuen Trieben entfalten, nimmt der Stärkegehalt sowohl der vorjährigen, als aller älteren Nadeln ab, bis er zuletzt — am Ende der Vegetationsperiode — ebenfalls gänzlich verschwindet. Dieser von mir zwei Jahre lang genau verfolgte Vorgang beweist, dass die durch die Thätigkeit des Chlorophylls bei Beginn des Wiedererwachens der Vegetation gebildete Stärke zur Ernährung der sich entfaltenden jungen Triebe bestimmt ist und durch diese grossentheils verbraucht wird. Dagegen wird die während der Vegetationsperiode in den jungen Nadeln erzeugte Stärke, welche aus denselben am Schluss der Vegetationsperiode wieder verschwindet, ebenso die in den älteren Nadeln nach der Entwickelung der Maitriebe noch vorhandene Stärke in gelöster Form durch die Gefässbündelscheiden (Leitzellen) der Rinde u. s. w. zugeführt, um zum Theil wieder in fester Form als Reservestoff niedergelegt zu werden. Ausser Chlorophyll und Stärke tritt in der Fichtennadel noch eine feinkörnige Masse auf, welche durch Jod gelb, durch Chlorzinkjodlösung intensiv goldgelb, durch das Millon'sche Reagens hellroth gefärbt wird und daher ein Gemenge von Protein- oder Eiweissstoffen sein muss. Namentlich während des Winters strotzen die Gewebe der Nadel von dieser Masse. Sie erfüllt dann die Zellen der Gefässbündelscheide, die markstrahlartigen Zellen und Holzzellen des centralen Bündels, alle Zwischenräume zwischen den Chlorophyllkörnern des assimilirenden Parenchyms und ist auch in den Bast- und Oberhautzellen nachweisbar. Auch sie verschwindet während des Austreibens der Knospen mehr und mehr, scheint daher ebenfalls ein für die Ernährung der jungen Triebe bestimmter Reservestoff zu sein. In den jungen Nadeln beginnt die Bildung dieser Substanz erst, nachdem die Chlorophyllkörner Stärke zu erzeugen, d. h. zu assimiliren angefangen haben*).

Wenn man sich durch sorgfältige mikroskopische und mikrochemische Untersuchungen sowohl über den anatomischen Bau der Fichtennadel, als auch über die Vorgänge des Assimilationsprozesses in deren Zellen während eines Jahres genau unterrichtet hat, so sind die Veränderungen, welche in der von der *Chrysomyxa* befallenen Nadel nach und nach eintreten, leicht zu erkennen und unschwer zu deuten. Zarte Längsschnitte durch die junge die ersten An-

*) Mehr hierüber, wie überhaupt über die Bildung und Ablagerung von Stärke, Proteinstoffen u. s. w. in Nadeln, Knospen, Rinde und Holz der einheimischen Coniferen, gedenke ich später in einer ausführlichen Abhandlung in den Akten der Leopoldino-Carolinischen Akademie der Naturforscher zu veröffentlichen.

fänge der Krankheit (bleichgelbe Quergürtel, Flecken u. s. w.) zeigende Nadel lassen bei starker Vergrösserung innerhalb der gelblichen Parthieen und zwar blos in den Intercellularräumen des Parenchyms unendlich zarte und feine, farblose, undeutlich contourirte, gleichsam schleimig erscheinende Fäden erkennen. Um diese Zeit pflegt in den Parenchymzellen entweder noch gar keine Chlorophyllkörnerbildung eingetreten zu sein, oder wenigstens noch keine Bildung von Stärke in den etwa bereits vorhandenen Chlorophyllkörnern. Acht bis vierzehn Tage später erscheinen jene zarten unbestimmten Fädchen zu deutlich contourirten, von gelblichen Oeltröpfchen erfüllten Schläuchen herangewachsen, welche in den Intercellularräumen Geflechte bilden, auch zwischen und in die Parenchymzellen eindringen und augenscheinlich das Mycelium eines parasitischen Pilzes darstellen (Fig. 21, 22). Zugleich gewahrt man, dass alle Parenchymzellen, mit denen die Pilzfäden in Berührung gekommen sind, sich mit stärkebildenden Chlorophyllkörnern angefüllt haben, während sich in den grünen Parthieen der Nadel entweder noch gar keine Chlorophyllkörner zeigen oder, sind dergleichen vorhanden, diese wenigstens noch nicht Stärke zu erzeugen angefangen haben. Bei Behandlung mit Jod nämlich färben sich blos die Körner der mit dem Mycelium in Berührung befindlichen Zellen blau, die andern nicht. Die erste Einwirkung des Parasiten besteht demnach in einer Beschleunigung der Chlorophyll- und Stärkebildung. Lässt sich auch diese Wirkung nicht erklären, so ist sie doch nicht so sehr auffällig, da andere parasitische Pilze ebenfalls die Bildung von Stärke veranlassen, folglich anregend auf den Assimilationsprozess der Nährpflanze einwirken. Das vom Pilz verschont bleibende Parenchym füllt sich erst später mit stärkebildenden Chlorophyllkörnern an*). Proportional der von nun an immer reichlicher werdenden Stärkeerzeugung füllen sich die rasch wachsenden und durch Verzweigung vermehrenden Myceliumfäden mit immer zahlreicheren und immer intensiver gelb gefärbten Oeltropfen an, weshalb die anfangs blos strohgelb oder gelbgrün erscheinenden Quergürtel und Flecken allmälig eine dottergelbe Färbung bekommen. Bei Anwendung von Jod, welches die mittlerweile gelblich gewordenen Chlorophyllkörner der inficirten Parenchymzellen augenblicklich dunkelblau färbt, nehmen diese Oeltropfen eine schmuzig grüne oft bläulich oder schwärzlich schillernde Farbe an, während die Myceliumschläuche selbst sich blass- bis goldgelb färben. Es scheint daher, dass der Pilz sein fettes

*) Daher erklärt sich der Irrthum von Stein und Reess, welche glaubten, dass die Stärke in der Fichtennadel überhaupt nur durch den eingedrungenen Pilz veranlasst werde. Beide haben offenbar gesunde Fichtennadeln mikrochemisch nicht untersucht oder nur zu einer Zeit, wo sie keine Stärke enthalten.

Oel aus der Stärke der Chlorophyllkörner bildet, sich folglich auf Kosten der letzteren ernährt. Dafür spricht auch die Thatsache, dass die Chlorophyllkörner allmälig entfärbt (farblos) werden, ja zum grossen Theil zuletzt verschwinden. Denn man findet später (im Winter oder im Frühjahr) viele mit Myceliumgeflechten angefüllte Parenchymzellen ihrer Chlorophyllkörner gänzlich oder grösstentheils beraubt. Die entfärbten Körner, welche bald auch gegen Jod nicht mehr reagiren, folglich ihre Stärke abgegeben haben, erscheinen als eckige krystalloidische Scheiben, welche schon Hartig gesehen hat (Fig. 23, c.). Bis zum Ende der Vegetationsperiode wuchert nun das Mycelium immer üppiger, ohne sich jedoch wesentlich über den vom Anfange an ergriffenen Theil der Nadel auszubreiten. Mittelst Längsschnitte durch die nunmehr intensiv dottergelb gefärbten Parthieen kann man sich leicht überzeugen, dass die Intercellularräume von vielfach verzweigten und verschlungenen, dicht gedrängten und sehr ungleich starken Pilzschläuchen erfüllt sind, welche sich an die Zellenwandungen anschmiegen und indem sie sich durch die zwischen den einzelnen Zellen befindlichen Intercellulargänge hindurchdrängen die Zellen förmlich umschnüren und deren Verbindung lockern. Die in den umschlungenen Zellen vorhandenen, nunmehr schmuzig gelbgrün bis blassgelb gefärbten Chlorophyllkörner erscheinen nicht mehr gleichmässig vertheilt, sondern zu Haufen zusammengeballt.

Bald schon im August (in Süddeutschland), bald erst im Spätherbst oder Anfang des Winters (in Sachsen), bald gar erst im Frühjahr (in Pommern) fängt aus dem Mycelium das Stroma oder Fruchtlager sich zu entwickeln an. Es drängen sich nämlich nicht allein Massen von Myceliumschläuchen in den Intercellularräumen gegen die Epidermis der unteren Nadelfläche, sondern es werden auch eine Menge Zellen des assimilirenden Parenchyms dadurch zerstört, dass Myceliumzweige gewaltsam die Wandungen derselben durchbohren und deren Resorption veranlassen. Nach Reess soll dieses Stroma, aus welchem später die Dauersporenreihen hervorsprossen, ein reichmaschiges, aus äusserst schmalen Fäden bestehendes feines Netzwerk darstellen. Ich vermag diese Angabe ebensowenig zu bestätigen, wie Münter und will hier die Entwickelung des Fruchtlagers schildern, wie ich es in zahlreichen Nadeln im vergangenen Winter beobachtet habe. Anfang Januar zeigten sich an der untern Seite der rostigen Nadeln intensiv orangegelb gefärbte glänzende Längsschwielen. Querschnitte durch die Nadeln und folglich auch durch die Längsschwielen liessen hier unterhalb der etwas aufgetriebenen Oberhaut eine goldgelbe aus dicht zusammengedrängten, darmartig und ganz unregelmässig verschlungenen Myceliumschläuchen bestehende Masse erkennen, welche einen halbmondförmigen Fleck

bildete, dessen Concavität der Epidermis zugekehrt lag, und dessen Convexität sich mit unregelmässigen Zacken und Vorsprüngen zwischen die noch erhaltenen Parenchymzellen eindrängte (Fig. 5, a.). Sowohl die schwer unterscheidbaren Schläuche dieses jugendlichen Stroma, als auch die übrigen Myceliumfäden, welche übrigens in den Intercellularräumen ebenfalls stark zusammengedrängt liegen, strotzen von goldgelbem Oel, dass beim Zerschneiden in grossen Tropfen aus ihnen hervortritt. Bei frei präparirten Myceliumschläuchen ist deutlich zu sehen, dass die grösseren Oeltropfen die zarte Wandung der Schläuche, welche übrigens bei 600facher Vergrösserung nun mit doppelten Contouren und gelblich gefärbt erscheint, buckelförmig aufgetrieben haben, was den Schläuchen ein knotiges Ansehen verleiht. In den gelben Parthieen der Nadeln ist das ganze Parenchym von zahllosen verzweigten Myceliumfäden durchzogen, niemals aber scheinen dergleichen in die Gefässbündelscheide oder in die unter der Epidermis befindliche Bastzellenschicht einzudringen.

In diesem Zustande verharrt bei uns sowohl das Mycelium als das jugendliche Fruchtlager unverändert bis gegen Anfang des März. Dann beginnen aus dem Stroma unregelmässig geformte keulige mit ihrem Ende der untern Epidermis zugekehrte, dicht an einander gedrängte (so zu sagen in einander gepresste) Schläuche hervorzuwachsen, welche keine deutliche Gliederung zeigen, aber einen doppelt so grossen Durchmesser haben, als die Myceliumfäden, und mit goldgelbem Protoplasma und ebenso gefärbten Oeltropfen angefüllt sind. Unter diesen weiten Schläuchen liegt ein überaus dichtes, aber höchst unregelmässiges Geflecht verfilzter Myceliumfäden, welche wegen ihrer grossen an einander gedrängten Oeltropfen kurz gegliedert erscheinen. Die Enden dieses Geflechtes gehen, sich plötzlich erweiternd, unmittelbar in die keuligen Schläuche über (Fig. 9). Auch die das Parenchym durchziehenden Myceliumschläuche sind nun wieder deutlicher zu sehen, indem sie nicht mehr so zusammengedrängt liegen. Man kann auf Quer- und Längsschnitten sehr gut wahrnehmen, dass die einen Fäden durch die Intercellulargänge, welche sie gänzlich ausfüllen, laufen, die andern in die Zellen eingedrungen sind, wo sie der Innenwand derselben anliegen. Der körnige Inhalt der Zellen ist entweder ganz oder grossentheils verschwunden und im letzteren Falle auf Klumpen zusammengeballter, von Myceliumschläuchen umschlungener und durchzogener Chlorophyllkörner reducirt. In Folge der Entwickelung jener keuligen Schläuche aus dem Stroma schwellen die Längsschwielen an der untern Nadelfläche mehr und mehr an, so dass sie Anfang bis Mitte April als halbrunde Längswülste erscheinen (Fig. 3, a). Mitte April bis Anfang Mai berstet die Epidermis, indem sie dem immer

stärker anschwellenden Fruchtlager nicht mehr widerstehen kann, und dieses tritt nun aus dem Spalt als ein dichtes orangegelbes Polster hervor (Fig. 3, b, c). Schon vor dem Durchbruch besteht dieses Polster, wie an zarten Querschnitten oder bei Zerdrücken stärkerer Schnitte deutlich zu sehen ist, aus einer Unzahl von aufstrebenden, dicht neben einander stehenden einfachen oder dichotomisch verzweigten, von goldgelbem Inhalt (Protoplasma und Oeltropfen) strotzenden Zellenreihen, welche durch Theilung aus den keuligen Schläuchen hervorgegangen sind und jene um das Doppelte bis Dreifache an Länge übertreffen (Fig. 6, 9). Die einzelnen Zellen sind sehr unregelmässig und von sehr verschiedener Grösse, doch pflegen die endständigen grösser und kolbiger zu sein, als die andern, weshalb diese Reihen von Zellen, die ich mit Reess als Reihen von Dauersporen betrachte, allenfalls keulenförmige gegliederte Schläuche genannt werden können. Aber niemals habe ich weder die Sporenreihen, noch das darunter liegende Stromageflecht so regelmässig gesehen, wie Reess beides in seinen Figuren 1 und 11 darstellt. Viel naturgemässer ist die von Stein a. a. O. S. 115 gegebene Abbildung, obwohl auch hier die Sporenreihen zu regelmässig gezeichnet sind. Nach dem Durchbruch des Fruchtpolsters beginnt sehr bald, wenn feuchte Luft oder Wasser (Thau, Regen) zu demselben gelangt, die Bildung der Sporidien, welche im nächsten Abschnitt besprochen werden soll. Das von dem nach wie vor von goldgelbem Oel strotzende Mycelium durchzogene Parenchym zeigt um diese Zeit (Anfang bis Mitte Mai) theils ganz leere, theils noch mit zusammengeballten oder auch zerstreuten, der Mehrzahl nach halb und ganz ausgesaugten Chlorophyllkörnern erfüllte Zellen. Hin und wieder finden sich noch gesunde, lebhaft hellgrüne Körner, welche durch Jod sich blau färben, besonders in den peripherischen Parenchymzellen und in den Zellen der Gefässbündelscheide, in welche das Mycelium, wie schon erwähnt, niemals eindringt. Ausserdem wimmelt das ganze Gewebe von den von mir schon am Schlusse meines Aufsatzes über *Chrysomyxa* erwähnten Schwärmzellen, welche auch massenhaft aus den zerschnittenen Fruchtpolstern hervortreten und sich im Wasser des Objectträgers munter bewegen (Fig. 23, 30). Die Herkunft dieser erst bei 600facher Vergrösserung deutlich sichtbaren Schwärmer werden wir im nächsten Abschnitt kennen lernen. Die feinkörnige Proteinmasse, welche die Zellen des centralen Bündels im Winter erfüllt, ist in den vom Pilz bewohnten Theilen der Nadel im Mai nicht wesentlich stärker verbraucht, als in ganz gesunden Nadeln. Die grün gebliebenen Theile der rostigen Nadeln zeigen auch jetzt noch keine Veränderung, verglichen mit gesunden Nadeln. Nachdem aber die Sporidienentwickelung vorüber ist, welche je nach der Witterung eine bis drei Wochen

dauert und in höheren Gebirgsgegenden (bei 2500—3500 Fuss Höhe) zwei bis eine Woche später eintritt als in den warmen Thälern des Hügellandes, verlieren bald auch die vom Pilz nicht bewohnten Theile der Nadel ihre grüne Farbe. Die Zellen erscheinen collabirt, alle Gewebe von zahllosen kleineren und grösseren Schwärmern durchdrungen. Bald bräunt sich nun das Gewebe, worauf es rasch vertrocknet und die schmuzig braun gewordene Nadel abfällt.

Es liegt auf der Hand, dass schon durch die Verstopfung aller Intercellulargänge und Intercellularräume eines grossen Theiles der Nadel deren Lebensthätigkeit wesentlich beeinträchtigt werden muss, indem die Circulation der durch die Spaltöffnungen aufgenommenen atmosphärischen Gase innerhalb des Intercellularsystems ebenso unmöglich gemacht wird, als die Abscheidung von Sauerstoff und Kohlensäure aus den assimilirenden Zellen. Durch die directe Einwirkung der Myceliumschläuche auf das Chlorophyll und durch die Zerstörung vieler Zellen muss aber auch der Assimilationsprozess und der Stoffwechsel in den ergriffenen Theilen der Nadel gänzlich aufgehoben werden. Schon diese Einflüsse würden genügen, um die Nadel schliesslich zu tödten. Dazu gesellen sich nun noch die in Folge des Aufberstens der Epidermis veranlasste übermässige Verdunstung und der im letzten Stadium der Krankheit durch den Parasiten selbst eingeleitete Fäulnissprozess, von welchem weiter unten die Rede sein wird.

d. Entwickelungsgeschichte der Chrysomyxa Abietis.

Nachdem das oben beschriebene Fruchtpolster aus der zersprengten Oberhaut der Nadel hervorgetreten ist, beginnen die Dauersporen unter dem Einfluss von Licht, Wärme und Feuchtigkeit sehr bald zu keimen. Man kann diesen interessanten Vorgang sehr leicht verfolgen, wenn man zarte Querschnitte durch das Fruchtpolster auf dem Objectträger unter einer Glasglocke einer feuchtwarmen Atmosphäre aussetzt. Noch rascher erfolgt das Keimen, wenn man dergleichen Querschnitte, oder abgeschnittene Fruchtpolster oder selbst mit solchen besetzte Nadeln auf den Spiegel eines mit Wasser gefüllten Schälchens legt, so dass sie auf dem Wasser schwimmen, und hierauf eine Glasglocke darüber stülpt. Mit durchgebrochenen Fruchtpolstern besetzte Nadeln, welche ich am 3. Mai d. J. gesammelt und auf Wasser gelegt hatte, entwickelten 10 Tage später die ersten Sporidien und waren 24 Stunden später in voller Sporidienbildung begriffen, während auf Glasplatten in feuchter Atmosphäre befindliche Schnitte am 14. Mai noch keine Sporidien gebildet hatten.

Nach meinen Beobachtungen scheinen immer nur die obersten der unmittelbaren Einwirkung der Luft, des Lichtes, der Wärme und Feuchtigkeit ausgesetzte Sporen zu keimen, niemals die tiefer gelegenen. In der Mehrzahl der beobachteten Fälle trat aus der Spitze einer Spore ein langer fadenförmiger farbloser Schlauch hervor, welcher an seinem Ende das mit goldgelbem Inhalt reichlich versehene Promycelium entwickelte (Fig. 6, p; 11). Seltner waren mehrere stärkere gegliederte Schläuche hervorgetreten, deren Endzellen sich mit goldgelbem Inhalt angefüllt zeigten (Fig. 10, 12, b). Die Promyceliumschläuche sind anfangs blos mit durch Vacuolenbildung gitterartig vertheiltem Protoplasma angefüllt, erst später bilden sich wirkliche Scheidewände, so wie Oeltropfen aus (Fig. 12, a). Die aus den Promyceliumzellen hervorwachsenden Aestchen (Sterigmen), welche an ihrer Spitze die ebenfalls mit goldgelbem Protoplasma gefüllten Sporidien bilden, sind nicht allein aufwärts, wie sie Reess abbildet, sondern oft auch abwärts gerichet, übrigens bald kurz, bald auffallend lang (Fig. 11, 12). Nach der Entwickelung des Promyceliums, welches oft binnen 24 Stunden erfolgt*), erscheinen die Fruchtpolster schon unter der Loupe wie mit einem feinen farblosen Schimmelrasen bedeckt, welcher bald goldgelbes Pulver, die Sporidien, absondert. Letztere haben eine eiförmig kugelige Gestalt und eine glatte Oberfläche und messen nach Reess 0,0040—0,0044 Millim. Ihre Membran ist nach meinen und Münter's übereinstimmenden Beobachtungen doppelhäutig und vollkommen farblos. Sowie die Sporidien reif geworden, fallen sie ab (Fig. 13) und keimen sofort, wenn sie mit Wasser oder sehr feuchter Atmosphäre in Berührung kommen. Beim Keimen stülpt sich die innere mit dem goldgelben granulösen Inhalt erfüllte Hülle häufig aus der äussern durchbrochenen Membran heraus, diese wie eine Schale abstreifend (Fig. 14), oft aber tritt dieselbe nur schlauchförmig aus der aufgeplatzten äussern Hülle hervor. Auch bildet der hervorgetretene Keimschlauch — wenigstens beim Keimen auf Glasplatten — nicht immer eine secundäre Sporidie, wie Reess angiebt und auch ich oft genug gesehen habe (Fig. 16), sondern häufig verlängert sich derselbe geradlinig oder gekrümmt, sich gegen seine Spitze verjüngend, wobei er sich auch wohl unregelmässig verzweigt (Fig. 17, 18). Der verlängerte Keimschlauch ist stets mit goldgelben Oeltröpfchen mehr oder weniger erfüllt, und sieht daher einem

---

*) Am 31. Mai 1866 fand ich bei Altenberg in einer Höhe von ca. 2500 Fuss junge Fichten, deren Nadeln mit zahlreichen hervorgebrochenen Chrysomyxapolstern besetzt waren. Es hatte an diesem Tage stark geregnet und ich nahm die nassen Zweige in den Gasthof mit, wo ich sie in ein Glas mit Wasser stellte. Am Morgen des 1. Juni waren sämmtliche Fruchtpolster mit Promycelien und Sporidien bedeckt.

ausgebildeten Myceliumfaden aus dem Innern der kranken Nadel bereits täuschend ähnlich.

Diese meine Beobachtungen stimmen mit den von Reess veröffentlichten in der Hauptsache überein, wie auch aus Fig. 25, welche das Ende einer verzweigten Dauersporenreihe mit sporidienbildendem Promycelium nach Reess darstellt, beweist. Nur haben die Promyceliumschläuche und Sterigmen keineswegs immer die Gestalt und Entwickelungsweise, wie Reess abbildet und beschreibt, wovon bereits die Rede gewesen ist. Schwieriger ist es, meine Beobachtungen mit denen von Münter in Uebereinstimmung zu bringen. Nach diesem Forscher besteht das Fruchtpolster, welches in der Gegend von Greifswald Mitte Mai und später die Epidermis der Nadel zersprengt, „aus vielfach dichotomisch verzweigten Zellen, welche von einer einfachen Basalzelle aus sich entwickeln". Doch hat auch Münter in sehr jugendlichen von der Oberhaut noch dicht bedeckten Polsteranlagen „gelbe keulige Gebilde" gesehen, welche mit den von Unger abgebildeten nahezu übereinstimmten. „Von diesen basalständigen keulenförmigen Gebilden aus — schildert Münter weiter — geht die Gabelspaltung der Spitze und deren weitere Ramification. Hat diese eine hinreichende Ausbildung erlangt und ist in Folge des Spitzenwachsthums der Aeste die Epidermis durchbrochen, so verlängern sich die cylindrischen oben abgerundeten Aeste zu dünnen fadenförmigen Gebilden, welche am obersten Ende anschwellen und zur Sporidie werden, die sich endlich von der Astspitze (Sterigma) ablöst und zwischen die übrigen Gabelastenden einstreut oder von denselben abfliegt. Nach der Entleerung der Endzelle treibt die nächst untere Zelle einen Seitenast, der, wiederum sich verlängernd, am Gipfel eine Spore bildet, bis allmälig die grösste Mehrzahl der im Polster vorhandenen freien Gabelastspitzen erschöpft, d. h. ihres Inhalts beraubt ist und nur noch hier und da einzelne Oeltropfen restiren (Fig. 28), die für sich allein jedoch nicht hinreichend sind, um einer neuen Sporidie den nöthigen Bedarf an brauchbarem Inhalt zu liefern, um selbstständig werden zu können. Meiner Auffassung nach besteht demnach das orangefarbene Fruchtlager nicht aus Teleutosporen, sondern aus Basidien, deren Sterigmata endständige Sporen erzeugen". So sehr diese Angaben Münter's von denjenigen von Reess abweichen und so wenig sie mit den meinigen zu harmoniren scheinen, so bin ich doch weit davon entfernt, die Richtigkeit der Münter'schen Beobachtungen zu bezweifeln oder vielmehr die von Münter gegebenen Abbildungen der Promycelien und Sterigmen für unrichtig zu erklären, wie es De Bary in seinen Bemerkungen zu Loew's Aufsatz gethan hat. Es ist ja möglich, dass sich das Fruchtlager der *Chrysomyxa Abietis* in Norddeutschland in etwas anderer

Weise entwickelt, als in Mittel- und Süddeutschland. Schade, dass am Harz hierüber noch keine Untersuchungen gemacht worden sind. Uebrigens differiren Münter's Angaben und Abbildungen, genau betrachtet, von meinen Beobachtungen gar nicht so erheblich, während sie freilich mit den Reess'schen in ziemlich grellem Widerspruch stehen. Die „dünnen fadenartigen Gebilde, welche am obersten Ende anschwellen und zur Sporidie werden", sind offenbar identisch mit dem Promycelium und „die wiederholt gabeltheiligen Zellen", welche das Fruchtpolster zusammensetzen, nichts anderes, als verzweigte Reihen von Dauersporen (Fig. 26—28). Die „Basidien" Münter's sind folglich identisch mit den Teleutosporen von Reess oder den Dauersporen, wie ich diese Organe nenne. Der Name thut nichts zur Sache, obwohl zu wünschen wäre, dass man sich über die Benennung dieser Organe einigte. Der einzige erheblichere Unterschied zwischen den von Münter, mir und Reess Gesehenen würde demnach darin bestehen, dass in Pommern die *Chrysomyxa*-Fruchtpolster vorzugsweise oder immer aus dichotomisch verzweigten Sporenreihen bestehen, während sie in Mittel- und Süddeutschland theils aus verzweigten, theils aus einfachen Sporenreihen zusammengesetzt sind, und eine solche Verschiedenheit ist ja möglich. Auch möchte ich nur die Endglieder dieser Zellenreihen als wirkliche Dauersporen betrachten, da, wie oben bemerkt, die tiefer gelegenen Zellen niemals zu keimen scheinen.

Wie gelangt nun der Parasit in die Fichtennadel? — Reess hat diese Frage zuerst auf experimentellem Wege gelöst, indem es ihm nach mehrfachen vergeblichen Versuchen gelang, das Eindringen der Keimschläuche von auf gesunde Fichtennadeln übertragenen Sporidien durch die Epidermis der Nadeln hindurch zu beobachten. Er brachte nämlich vorjährige mit lebhaft sporidienbildenden Fruchtpolstern besetzte Nadeln auf junge Maitriebe gesunder Fichten, welche ununterbrochen in einer feuchten Atmosphäre gehalten wurden und fand nach zwei Tagen auf den jungen Nadeln reichlich entwickelte Sporidienkeimschläuche „meist senkrecht gegen die Epidermis hinwachsend, auf dieselbe aufgepresst und endlich in einigen Präparaten mit Durchbohrung der Epidermiszelle in dieselbe einzudringend" (Fig. 19). Wenn ich auch bei Wiederholung dieser Versuche bis jetzt noch nicht so glücklich gewesen bin, den Moment des Eindringens der Keimschläuche zu beobachten, indem ich im vorigen Jahre durch die Kriegsunruhen, in diesem durch eine mehrtägige Dienstreise an einer fortgesetzten Beobachtung verhindert wurde und mir in beiden Jahren später sporidienbildende Fruchtlager nicht mehr zur Verfügung standen; so habe ich doch sowohl die Entwickelung von Keimschläuchen aus auf Nadeln und Rinde der Versuchszweige gelangten Sporidien gesehen, als auch was von grösserer Wichtigkeit ist, das Erkranken

der Nadeln der Maitriebe eines solchen Zweiges am Rost, nachdem derselbe mehrere Tage unter einer Glasglocke in feuchter Atmosphäre mit fructificirenden Chrysomyxapolstern in Berührung gewesen war. Es bildeten sich nämlich etwa acht Tage später an einzelnen Nadeln gelbliche Flecken und Gürtel und die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass hier in den Intercellularräumen des assimilirenden Parenchyms das jugendliche Mycelium der *Chrysomyxa* bereits ausgebildet war. Ein am 26. Juli d. J. gemachtes Präparat aus einer jungen strohgelb gegürtelten Fichtennadel liess auch deutlich erkennen, dass Keimschläuche von aussen in die Nadel eingedrungen waren (Fig. 20). Endlich kann auch ich die Reess'sche Beobachtung, dass in der Natur die jungen Nadeln solcher Fichten, welche neben oder in der Nähe von bereits rostkranken Fichten sich befinden, gewöhnlich vom Rost befallen werden, vollkommen bestätigen. Und da die Sporidienabschnürung stets mit der Entwickelung der Maitriebe zusammenfällt, so ist die Fortpflanzung des Pilzes durch Eindringen seiner Sporidienkeime in die jungen Nadeln nicht allein möglich, sondern als in der Natur begründet zu betrachten. „Auf Fichten, welche reichlich keimende Fruchtlager fast auf jeder vorjährigen Nadel tragen — sagt Reess — zeigt sich auch fast jede junge Nadel alsbald erkrankt; der umgekehrte Fall tritt bei geringer Verbreitung des Parasiten auf einem Stamme ein. Es steht also die Zahl der neu erkrankenden diesjährigen Nadeln in geradem Verhältniss zur Menge der fructificirenden vorjährigen Pilzlager". Ich kann auch diese Beobachtung vollkommen bestätigen und muss daher dem genannten Forscher beistimmen, wenn derselbe fortfährt: „Diese Erscheinungen zusammengestellt mit der direct beobachteten Thatsache des Eindringens der Sporidienkeime in junge Nadeln, verglichen mit ähnlichen genau bekannten Pilzentwickelungen, lassen wohl kaum einen Zweifel übrig, dass unser Parasit durch das Eindringen seiner Sporidienkeime in die jungen Fichtennadeln sich und die durch ihn verursachte Fleckenkrankheit direct fortpflanzt". Dafür spricht endlich die höchst bemerkenswerthe Thatsache, dass der Fichtennadelrost in den Wäldern der norddeutschen Ebene bis zum Jahre 1865, wo er plötzlich auf einzelnen jungen Fichten dreier verschiedener Reviere Neu-Vorpommerns auftrat, also auf weit von einander entfernten Fichten, welche fortan zu ebenso vielen Heerden der Krankheit wurden, völlig unbekannt war. An ein Uebersehen der Krankheit (in neuerer Zeit) ist bei deren Auffälligkeit kaum zu denken; auch ergab die an Ort und Stelle von Münter geführte Untersuchung der befallenen Fichten, dass diese in gedachtem Jahre zum ersten Male inficirt worden waren. Selbstverständlich konnte die Inficirung nur durch vom Wind

aus irgend einer Gegend, wo der Pilz bereits vorhanden war, herbeigeführte Sporidien geschehen sein.

Die Naturforschung ist daher vollkommen berechtigt, die *Chrysomyxa Abietis* für die alleinige Ursache des Fichtennadelrostes oder der sogenannten Gelbfleckigkeit der Fichtennadeln zu erklären und den Standorts- und sonstigen Verhältnissen nur einen das Keimen der Sporidien, das Eindringen von deren Keimschläuchen und die Entwickelung des Pilzes überhaupt begünstigenden oder beeinträchtigenden Einfluss zuzuerkennen.

Sehr richtig sagt in dieser Beziehung Münter: „Von geschwächter Organisationskraft in Folge forcirter Cultur oder in Folge unterbliebener oder stattgehabter Verpflanzung kann bei einem so plötzlichen Eintritt der Erkrankung um so weniger die Rede sein, als alle Nadeln desselben Bäumchens vor erfolgter Infection durch Pilzsporen sich vollkommen intact erhalten und gesund zeigen. Desgleichen kann als zureichendes und alleiniges Erklärungsmoment für den Fichtennadelrost weder die Witterung noch der Boden in Anspruch genommen werden. Seit dem vieljährigen Bestehen des Rostes ist die Witterung unzweifelhaft eine höchst verschiedene gewesen, hat aber weder dazu führen können, die weitere Verbreitung der Krankheit zu hindern, noch gesunde Bäumchen in Gegenden krank zu machen, wo die Krankheit bereits in nächster Nähe haust, während feuchte Wärme sicher das Keimen der Sporen fördert und bewegte Luft zum Weitertransport der keimfähigen Sporen (Sporidien) reichlich beigetragen hat und auch ferner beitragen wird. Kann man in dem Zusammentreffen derartiger Witterungsverhältnisse mithin nur ein Förderungsmittel des Rosts erkennen, so ist auch der Boden nur als ein untergeordnetes Moment zur Verbreitung der Krankheit anzusehen, indem derselbe natürlich fähig ist, Wasser anzuhalten und allmälig zur Verdunstung zu bringen; denn in feuchten Waldorten findet sich der Rost intensiver entwickelt, als in trocknen. Gesellt sich übrigens zu feuchtem Boden ein dichter Bestand der Bäume selbst, so sind der Uebertragung der krankmachenden Chrysomyxasporen und deren Keimung auf jungen Nadeln alle wünschenswerthen Bedingungen gegeben und unterbreitet."

Zum Schlusse dieses Abschnitts will ich noch auf Erscheinungen in der Entwickelungsgeschichte des Fichtennadelrostpilzes aufmerksam machen, welche zwar bis jetzt für den Forstmann von keinem Belang sind, desto grösseres Interesse dagegen für den Mykologen und Physiologen haben. Münter hat nämlich zuerst entdeckt, dass aus dem Mycelium der *Chrysomyxa* schon vor dem Durchbruch der Fruchtpolster, wenn von diesem Pilze bewohnte Nadeln unter hermetisch schliessenden Glasglocken in einer feuchtwarmen Atmosphäre und dem Licht ausgesetzt gehalten werden, ein Schimmelpilz hervorwächst, dessen farblose gegliederte Schläuche zu den Spaltöffnungen der Nadel herausdringen und draussen sich rechtwinklig verzweigend an den Enden der Zweige büschelig angeordnete zweizellige Sporen von blassröthlicher Farbe bilden, welche dem ganzen die Nadel bedeckenden Schimmelüberzuge eine blassrosenrothe Färbung verleihen. Spätere in derselben Weise Ende Mai angestellte Versuche mit Fichtennadeln, welche das Fruchtpolster der *Chrysomyxa* entwickelt hatten, ergaben, „dass die polychotomisch verästelten Endzellen, d. h. die Basidien (wohl richtiger die Promycelien?) der *Chrysomyxa* unter dem constanten Einflusse feuchter Wärme zu farblosen Hyphen ausgewachsen waren, die an den äussersten Spitzen knopfförmig sich erweiterten und in der endlich eiförmig gestalteten, ein wenig geneigten Endzelle die oben beschriebenen *Sporae didymae* (doppelzellige Sporen) zur Entwickelung brachten." Münter hat diesen Schimmelpilz, den er später wiederholt und in reichlichster Menge auf Chrysomyxapolster tragenden Fichtennadeln aus den verschiedenen Revieren Neu-Vorpommerns, wo der Fichtenrost aufgetreten war, für identisch mit der von Fresenius (Beiträge zur Mykologie, S. 18 und Taf. III. Fig. 1—7) beschriebenen und abgebildeten *Arthrobotrys oligospora* gehalten und, wie mich bedünken will, die Continuität von dessen Mycelium mit den Mycelium- und Promyceliumschläuchen der *Chrysomyxa* überzeugend nachgewiesen. Ohne von Münter's Entdeckung Kunde zu haben, beobachtete auch ich im Juni vorigen Jahres, dass meine mit fructificirenden Chrysomyxapolstern besetzten Fichtennadeln, welche ich behufs der Beobachtung der Sporidienbildung unter Glasglocken auf Wasser schwimmend aufbewahrte, sich nach Beendigung der Sporidienentwickelung mit einem röthlichen Schimmel bedeckten. In der Meinung, dass derselbe zufällig auf die Nadeln gekommen, unterliess ich jedoch, diese Erscheinung zu untersuchen. In diesem Jahre habe ich dieselbe Erscheinung wieder gesehen, aber es ebenfalls unterlassen, sie zu untersuchen, theils, weil im März Dr. Loew in der botanischen Zeitung nachgewiesen hatte, dass *Arthrobotrys oligospora* Fres. um Berlin, wo *Chrysomyxa Abietis* aus Mangel an Fichten gar nicht vorkommen kann, ein häufiger Bewohner verwesender Pflanzentheile sei, und

weil De Bary in Bemerkungen zu Loew's Aufsatz den Münter'schen Pilz für das auf in Zersetzung begriffenen Pflanzentheilen überaus häufig vorkommende *Trichothecium roseum* Link erklärt und behauptet hatte, dass sich Münter geirrt habe; theils weil damals meine ganze Aufmerksamkeit und freie Zeit durch die Erforschung der Entwickelungsgeschichte des in der folgenden Abhandlung beschriebenen Lärchenpilzes in Anspruch genommen wurde. Um so interessanter und erfreulicher war es mir, als ich kürzlich den oben S. 35 citirten Aufsatz von Karsten erhielt, durch welchen Münter's Ehre vollkommen gerettet und die Richtigkeit seiner Beobachtungen bestätigt wird. Karsten hat dieselben Versuche wie Münter gemacht und dieselben Resultate erhalten. Er weist zugleich nach, dass der Münter'sche Pilz und die mit ihm identische *Arthrobotrys oligospora* Fres. gar nicht zur Gattung *Arthrobotrys* Corda gehören könne, und noch weniger das *Trichothecium roseum* Lk. sei, sondern vielmehr eine Varietät des *Cephalothecium roseum* Corda. Weiter auf die Erörterungen Karsten's einzugehen, halte ich weder für nothwendig noch dem Zwecke meiner Schrift entsprechend.

Das *Cephalothecium roseum* Cord. wird demnach fortan als eine zweite Fructificationsform der *Chrysomyxa Abietis* zu betrachten sein. Die Beobachtungen Münter's und Karsten's schliessen übrigens die Möglichkeit, dass auch andere Pilze denselben Schimmel produciren, durchaus nicht aus, nachdem Professor Hallier in Jena neuerdings nachgewiesen hat, dass andere sogenannte Schimmelpilze, z. B. das allverbreitete *Penicillium crustaceum* Fr. durch sehr verschiedene Pilze erzeugt werden und es daher nicht unwahrscheinlich ist, dass vielleicht die Mehrzahl der Pilze unter Umständen Schimmel zu produciren vermag, oder mit andern Worten die sogenannten Schimmel nichts anderes als Fructifications- oder Vermehrungsformen anderer Pilze sind*). Ich für meinen Theil habe um so weniger Veranlassung, an der Richtigkeit der von Münter und Karsten gemachten Beobachtungen zu zweifeln, als ich selbst diesen Sommer bei'm Studium der nachstehend geschilderten Lärchenkrankheit ein *Penicillium* (vermuthlich das oben genannte) unzweifelhaft und constant aus dem Mycelium eines Discomyceten habe entstehen sehen, worüber weiter unten berichtet werden soll.

Welche Rolle mag nun das *Cephalothecium roseum* bei der Rostkrankheit der Fichte spielen? — Diese Frage zu beantworten ist vor der Hand

*) Vgl. Hallier's neuestes Werk: „Gährungserscheinungen. Untersuchungen über Gährung, Fäulniss und Verwesung, mit Berücksichtigung der Miasmen und Contagien, sowie der Desinfection. Für Aerzte, Naturforscher, Landwirthe und Techniker mitgetheilt." Leipzig, 1867.

nicht möglich; ich möchte aber diejenigen Mykologen, welche sich fernerhin mit dem Fichtennadelrost beschäftigen sollten, auf eine Beobachtung Stein's aufmerksam machen, die vielleicht mit dem Münter'schen Pilze in Zusammenhang steht. Stein hat bekanntlich die zweifelhafte, nicht wieder beobachtete *Sphaeria navicularis* Wallr. für die eigentliche Frucht der *Chrysomyxa* gehalten, und glaubt annehmen zu müssen, dass die doppelzelligen Sporen dieses Pilzes, welche nach ihm gleichzeitig mit der Entwickelung der Maitriebe der Fichten aus den Fruchtkapseln hervortreten, auf der weichen, feuchten und klebrigen Oberfläche der jungen Nadeln keimen, weil er Ende Juni oder Anfang Juli die abgetrennte Oberhaut der diesjährigen noch ganz gesund erscheinenden Nadeln von solchen Fichtenzweigen, deren vorjährige Nadeln stark an der Fleckenkrankheit litten, „von einem weitmaschigen Netzwerk sehr feiner farbloser Fäden, nach denen man auf den Nadeln von Fichten in gesunden Beständen vergeblich suchen würde", bedeckt gefunden und hin und wieder an diesen Fäden eine „zweizellige Anschwellung" gesehen hat, die in Form und Grösse mit den Sporen jener *Sphaeria* übereinstimmte. Sollte sich Stein geirrt haben und jenes von ihm wiederholt beobachtete Myceliumgeflecht gar nicht von den gekeimten Sporen seiner *Sphaeria*, sondern von denjenigen des *Cephalothecium roseum* herrühren? — Die Seite 120 des citirten Tharander Jahrbuchs von Stein gegebene Abbildung dieses auf der Epidermis der Fichtennadel sich ausbreitenden Myceliums, von dessen Zweigen Stein vermuthet, dass sie in die Spaltöffnungen eindringen und hierauf im Nadelinnern sich zum Mycelium der *Chrysomyxa* weiter entwickeln, zeigt eine gekeimte Doppelspore, welche den von Münter abgebildeten Sporen des *Cephalothecium* ziemlich ähnlich ist. Ich selbst habe die Stein'schen Beobachtungen zu wiederholen — vergessen und bin erst kürzlich, wo mir die citirte Abbildung wieder vor Augen kam, auf den hier mitgetheilten Gedanken gekommen. Sollte meine Vermuthung sich bestätigen, so könnten die Cephalotheciumsporen vielleicht dazu bestimmt sein, den Rost von einer Fichte auf die andere zu verbreiten, die Chrysomyxasporidien aber dazu, durch den Wind fortgeführt zu werden und anderweit neue Ansiedelungen für den Pilz zu bilden, oder umgekehrt. Münter dagegen vermuthet, dass die aus den keimenden Doppelsporen seines Pilzes hervorgegangenen Mycelien „durch Ausbildung einer dritten Sporenform erst die Entstehung der *Chrysomyxa* veranlassen dürften". Weitere Forschungen und namentlich Cultur- und Einimpfungsversuche mit den Sporen des *Cephalothecium* werden auch diese Probleme einer befriedigenden Lösung entgegenführen.

Es bleiben nun noch die kleinen **Schwärmzellen** zu besprechen übrig, welche, wie ich S. 153 bemerkt habe, um die Zeit der Fructification der *Chrysomyxa* in den Geweben der Fichtennadel und innerhalb des Pilzfruchtlagers in grosser Menge auftreten und merkwürdigerweise weder von Stein noch Reess noch Münter erwähnt werden. Ich hatte dieselben schon bei meinen ersten Untersuchungen der Chrysomyxafruchtpolster im Mai 1866 beobachtet, wusste mir aber deren Herkunft nicht zu erklären, bis ich heuer zufällig die Entdeckung machte, dass aus den unteren Zellen der Dauersporenreihen mit Bewegung begabte contractile Körperchen ausschlüpften. Nachdem ich die schönen Untersuchungen **Hallier's**, welche dieser unermüdliche Forscher neuerdings bekannt gemacht hat, gelesen hatte, vermochte ich diese Erscheinung leicht zu deuten. Die kleinen Schwärmer sind nichts anderes, als *Micrococcus*, wie Hallier die allen Fäulnissprozessen zu Grunde liegende Hefe nennt, welche von den verschiedenartigsten Pilzen erzeugt werden zu können scheint. Die Micrococcusbildung geschieht bei *Chrysomyxa* folgendermaassen. Ich habe schon oben S. 154 bemerkt, dass blos die obersten Glieder jener verzweigten Zellenreihen, welche das Fruchtpolster zusammensetzen, zu keimen, d. h. ein Sporidien bildendes Promycelium zu entwickeln pflegen. In den tiefer gelegenen, der unmittelbaren Einwirkung des Lichtes, der Luft, Wärme und Feuchtigkeit mehr entzogenen Zellen ballt sich das goldgelbe feinkörnige Protoplasma allmälig zu verschieden grossen, aber immerhin sehr kleinen Kügelchen zusammen, welche sich von den etwa auch vorhandenen Oeltropfen sehr leicht unterscheiden lassen und bald sich rotirend zu bewegen anfangen. Endlich platzt die Wandung der Zelle an irgend einer Stelle und es schlüpfen die keinen Schwärmer hervor (Fig. 29), welche sich nun, wie es scheint, durch blosse Contraction ihrer zarten Hülle im Wasser des Objectträgers munter bewegen. Die grösseren erscheinen oft von Schleim umgeben (Fig. 30), aus ihnen schlüpfen wieder kleinere Körnchen aus, weshalb sich diese Micrococcusschwärmer binnen Kurzem stark vermehren können. Nach den Ergebnissen der Hallier'schen Untersuchungen über *Micrococcus* können auch hier diese kleinen Schwärmer keine andere Aufgabe zu erfüllen haben, als den Fäulnissprozess einzuleiten, welcher das gänzliche Absterben der Nadel herbeiführt. In der That tritt, wie wir gesehen haben, nach Beendigung der Sporidienbildung rasch eine Bräunung des Zellgewebes der Nadel ein, welche nur das Resultat einer chemischen Zersetzung der Zellwandsubstanz sein kann. Wie eine solche durch den von der *Chrysomyxa* producirten *Micrococcus* herbeigeführt wird, welche Stoffe die Micrococcuszellen der Wandung der Fichtennadelzellen und dem etwa darin noch vorhandenen Inhalt entziehen, um sie zu ihrer eigenen Ernährung

zu verwenden, ist freilich zur Zeit noch unbekannt und wird sich vielleicht auch kaum mit Sicherheit ermitteln lassen. Uebrigens ist es mir sehr wahrscheinlich, dass auch die Myceliumschläuche der *Chrysomyxa* im Stande sind, *Micrococcus* zu bilden, denn auch sie enthalten neben dem goldgelben Oel stellenweise dasselbe feinkörnige Protoplasma, welches in den Zellen des Fruchtlagers enthalten ist.

Ueberblicken wir schliesslich noch einmal den gesammten Entwickelungsgang des Fichtenrostpilzes, so lässt sich derselbe in folgende drei Stadien scheiden:

1. Entwickelung des Chrysomyxamyceliums innerhalb der Fichtennadel aus den von aussen eingedrungenen Keimschläuchen, sei es der Sporidien der *Chrysomyxa Abietis*, sei es der Sporen von *Cephalothecium roseum* und Anlage des Fruchtlagers (Stroma) innerhalb des Nadelparenchyms.
2. Ausbildung und Durchbruch des Fruchtlagerpolsters und Abschnürung der Sporidien.
3. Erzeugung des *Cephalothecium roseum* und der Micrococcusschwärmer.

e. Bekämpfung der Fichtennadelrostkrankheit.

Wir wollen hier die Erörterung der Frage, woher der Fichtenrostpilz gekommen und ob derselbe schon vor den dreissiger Jahren in Deutschland vorhanden gewesen, unerörtert lassen, denn sie ist ebenso müssig, wie z. B. die Frage nach dem Alter der Trichinen. Auch steht es vollkommen fest, dass, nachdem dieser Parasit einmal an unzähligen Punkten des Fichtenverbreitungsbezirks Posto gefasst hat, er niemals wieder verschwinden, im Gegentheil sich noch weiter verbreiten wird, wenigstens wenn von Seiten der Forstleute fernerhin, wie bisher, nichts geschieht, um ihm zu begegnen. Ich habe alle Ursache, hier zu betonen, dass ich weit entfernt bin, deshalb, weil bis jetzt keinerlei Maassregeln zur Bekämpfung des Fichtenrosts ergriffen worden sind, den Forstleuten irgend welche Vorwürfe zu machen, da ich schon wegen meiner im ersten Hefte dieses Werks enthaltenden Auslassungen von Seiten mancher Forstleute gerade genug missverstanden und verkannt worden bin (s. die letzte Abtheilung dieses Hefts), und erkläre daher ausdrücklich und zur Beruhigung aller Forstleute, dass, so lange die Entwickelungsgeschichte des Fichtenrostpilzes nicht bekannt war, Maassregeln zu dessen Bekämpfung gar nicht ergriffen werden konnten und durften. Jetzt aber, wo der Entwickelungsgang dieses

Pilzes klar vor Augen liegt, dürfte es an der Zeit sein, an Maassnahmen zu seiner Abwehr und Bekämpfung ernstlich zu denken, da dieser Schmarotzer, so wenig er schadet, wenn er vereinzelt auftritt, doch bei starker Vermehrung aus den S. 140 entwickelten Gründen nicht unbeträchtlichen Verlust für die Forstkasse und erhebliche Gefahr für den Wald herbeiführen könnte.

Die gegen den Fichtennadelrost zu ergreifenden Maassregeln ergeben sich aus dem über die Entwickelungsgeschichte und das Vorkommen des Parasiten Mitgetheilten von selbst, und würden die folgenden als die hauptsächlichsten zu bezeichnen sein:

1. Man unterlasse auf nassem oder anhaltend feuchtem Boden, sowie an Oertlichkeiten, welche im Sommer einer feuchtwarmen und stagnirenden Atmosphäre ausgesetzt sind (z. B. in warm gelegenen feuchten Thälern und Schluchten) den Anbau der Fichte und wähle für solche Localitäten lieber Laubhölzer, auch wohl (in Thälern und Schluchten) Tannen und Weymouthskiefern.

2. Sollen dergleichen Orte durchaus mit Fichten in Bestand gebracht werden, so entwässere man zuvor den Boden oder sorge durch zweckmässige Auf- und Durchhiebe, wenn sich solche ausführen lassen, für unausgesetzten Luftwechsel.

3. Man vermeide an genannten Localitäten die Saat, sowie die Büschelpflanzung, sorge überhaupt dafür, dass die jungen Fichten, namentlich an den Bestandesrändern, nicht zu dicht stehen.

4. Tritt der Rost sporadisch auf, einzelne Fichten, Fichtenhorste oder Bestandesränder befallend, so lasse man alle mit rostigen Nadeln besetzten Aeste, oder sind nicht alle zu erreichen, die Bäume selbst abhauen. Es muss dies entweder während des Winters oder spätestens im April, vor dem Durchbruch der Chrysomyxapolster geschehen. Auch dürfen die abgehauenen Stämmchen und Aeste nicht liegen gelassen werden, da sonst leicht das *Cephalothecium roseum* sich aus den rostigen Nadeln entwickeln kann, sondern sie müssen verbrannt werden.

5. Wenn der Rost plötzlich über grosse Flächen verbreitet auftritt, wie dies 1833 am Harz und 1866 im Poggendörfer Revier Neu-Vorpommerns, wo Tausende junger vielverzweigter Bäume fast momentan erkrankten, der Fall gewesen ist, so lässt sich die vorhergehende Maassregel natürlich nicht in Anwendung bringen; es dürfte aber dann vielleicht durch eine rasch eingelegte kräftige Durchforstung, bei welcher man vorzugsweise die vom Rost am meisten befallenen Stämmchen herausnehmen müsste, einige Hülfe zu schaffen sein.

6. Da nach Münter's Beobachtungen die nordamerikanische Weissfichte *(Abies alba* Poir., *Picea alba* Lk.) von der *Chrysomyxa Abietis* niemals befallen wird, selbst wenn ihre Zweige mit vom Rost befallenen Zweigen gemeiner Fichten verflochten sind, so würde diese ausländische Fichte nicht allein in Parkanlagen der gemeinen Fichte vorzuziehen sein, sondern auch in den milderen Fichtenlagen, wo die Weissfichte ganz gut gedeiht, zu Waldmänteln verwendet werden können, zumal in den sub 1 angeführten, die Entwickelung des Fichtenrostpilzes begünstigenden Oertlichkeiten. Auch die bei uns, selbst in ziemlich rauher Lage, so gut fortkommende und durch buschigen Wuchs und dichte Benadelung ausgezeichnete Canada- oder Schierlingstanne *(Abies canadensis* Poir.) dürfte sich zu Waldmänteln empfehlen.

Durch diese und andere Maassregeln dürfte es möglich sein, den Fichtenrost, ebenso wie die der Fichte schädlichen Insecten, in solchen Schranken zu erhalten, dass er zu keiner erheblichen Calamität der Fichtenwälder wird. Freilich ist zu seiner Bekämpfung, ebenso wie zur glücklichen Begegnung der forstschädlichen Insecten, die Kenntniss der Erscheinung und unausgesetzte Aufmerksamkeit Seitens des Verwaltungs- und Forstschutzpersonals bei der täglichen Begehung des Waldes nothwendig. Schliesslich erlaube ich mir, allen in Fichtenwäldern wirthschaftenden Forstmännern noch die Fragen, welche Röse in Baur's Monatsschrift a. a. O. S. 150 an die Forstwirthe richtet, zu geneigter Berücksichtigung zu empfehlen.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. IX. Fig. 1. Junge von der Rostkrankheit befallene Fichtennadeln, im Herbst; schwach vergrössert, wie auch Fig. 2 und 3.

Fig. 2. Dergleichen Fichtennadeln, gleichzeitig mit Rost und Nadelbräune behaftet; im Spätherbst.

Fig. 3. Drei vorjährige vom Rost befallene Fichtennadeln: a. Anfang April, mit zwei schwielenförmig angeschwollenen subepidermoidalen Fruchtpolstern des Pilzes; b, c. Mitte Mai, mit völlig entwickelten, aus der zersprengten Oberhaut hervorgetretenen, Sporidien bildenden Fruchtpolstern der *Chrysomyxa*.

Fig. 4. Senkrechter Querschnitt durch die Mitte einer gesunden vorjährigen Fichtennadel, Mitte Mai; e. Epidermis; b. Bastzellenschicht unter der Epidermis; sp. Spaltöffnungen; p. Parenchymzellen, mit stärkebildenden Chlorophyllkörnern gefüllt; h. Harzgänge im Parenchym; g. centrales Holzbündel.

Fig. 5. Ein ebensolcher Querschnitt durch eine vorjährige vom Rostpilz bewohnte Fichtennadel, Anfang Januar. Bei a das durchschnittene jugendliche Fruchtlager des Pilzes.

Fig. 6. Stück eines senkrechten Querschnitts durch eine rostige Fichtennadel, Mitte Mai. Aus der zersprengten Oberhaut e und Bastzellenschicht b ist das völlig entwickelte Fruchtlager hervorgetreten. Das Mycelium m, welches das zum Theil zerstörte, hin und wieder noch mit stärkebildenden Chlorophyllkörnern (c) gefüllte Parenchym durchwuchert, bildet unter der zersprengten Epidermis ein dichtes Geflecht oder Stroma (st), aus welchem die Reihen der Dauersporen (d), deren Endglieder das die Sporidien erzeugende Promycelium (p) entwickelt haben, hervorgewachsen sind. g. Scheide des centralen Holzbündels, mit einzelnen Stärkekörnern und farbloser feinkörniger Masse (Protein?).

Fig. 7. Stück eines Myceliumfaden. Daneben Chlorophyllkörner.

Fig. 8. Einzelne stärkebildende Chlorophyllkörner, mit Jod behandelt.

Fig. 9. Zwei frei präparirte Reihen von Dauersporen mit Stromageflecht.

Fig. 10. ds. Dauersporen, welche das Promycelium (p) entwickelt haben.

Fig. 11. Dauersporen mit einem Promyceliumschlauch, dessen obere Hälfte in a und b die Sporidienträger (Sterigmen), in c ausserdem bereits eine Sporidie (sp) zu bilden angefangen hat.

Fig. 12. a. Stück eines Promyceliumschlauches mit Vacuolen, Oeltropfen und gitterförmig gruppirtem Protoplasma. b. Ende einer Dauersporenreihe (ds), deren letztes Glied einen gegliederten Promyceliumschlauch (p) mit drei Sporidienträgern, deren zwei je eine Sporidie (sp) tragen, getrieben hat.

Fig. 13. Reife abgefallene Sporidien.

Fig. 14. Zwei Sporidien, welche sich ihrer äussern Schale entledigen, um zu keimen.

Fig. 15. Keimende Sporidien, Anfang der Keimung.

Fig. 16. Eine keimende Sporidie, welche am Ende des kurzen Keimschlauchs eine secundäre Sporidie entwickelt hat.

Fig. 17, 18. Gekeimte Sporidien mit vollständig entwickeltem Keimschlauch, welcher in 17, a und 18 Zweige getrieben hat (auf dem Objectträger).

Taf. X. Fig. 19. Eindringen der Sporidienkeimschläuche in die Epidermis der jungen Fichtennadel (nach Reess).[1] a. eine Oberhautzelle, auf welcher eine Sporidie gekeimt hat, deren Keimschlauch sich anschickt, die nach aussen gekehrte Wandung der

Zelle zu durchbohren. b. eine Oberhautzelle, deren nach aussen gekehrte Wandung von dem Keimschlauch der darauf liegenden Sporidie durchbohrt worden ist. Man sieht den eingedrungenen Keimschlauch innerhalb des Zellenraums fortwachsen. (Beide Figuren sind nach Reess copirt, jedoch die Wände der Oberhautzellen, welche in Reess' Figuren ganz schematisch und höchst unnatürlich dargestellt erscheinen, naturgetreu gezeichnet.)

Fig. 20. Stückchen eines senkrechten Querschnitts durch eine junge Fichtennadel, am 26. Juli 1867. — e. Epidermis mit Cuticula und Cuticularschichten; b. Bastzellenschicht; p. Parenchym, dessen Zellen einen Zellenkern und stärkebildende Chlorophyllkörner enthalten; sp. Spaltöffnung; a. Athmungshöhle. Man sieht drei von aussen eingedrungene Keimschläuche, welche sich zu einem Mycelium weiter entwickelt haben und zum Theil in die Intercellulargänge eindringen.

Fig. 21. Stück eines senkrechten Längsschnittes durch eine junge inficirte Fichtennadel, am 26. Juli 1866. e. Epidermiszellen; b. Bastzellen; p. Reihen von Parenchymzellen, zwischen denen sich weite Intercellularräume befinden; g. Gefässbündelscheide; a. Intercellularräume mit jungem Myceliumgeflecht der *Chrysomyxa*, aus welchem einzelne Schläuche in die benachbarten Parenchymzellen eingedrungen sind und hier die Bildung stärkeerzeugender Chlorophyllkörner bewirkt haben. Die übrigen Reihen der mit dem Pilz noch nicht in Berührung gelangten Parenchymzellen enthalten noch formloses Chlorophyll (grünes Protoplasma) und Zellenkerne, welche auch in den inficirten Reihen noch fast in allen Zellen enthalten sind.

Fig. 22. Zwei Parenchymzellenreihen aus einem Längsschnitte derselben Nadel. Die beiden Reihen stammen aus demjenigen Theile des Parenchyms, welcher sich neben dem centralen Gefässbündel befindet und folglich den Raum zwischen der untern und obern Epidermis einnimmt. Alle Zellen sind mit grossen gelblichgrünen Chlorophyllkörnern erfüllt, deren Inneres Stärke enthält. Der zwischen den beiden Reihen (Schichten) von Parenchymzellen befindliche weite Intercellularraum erscheint mit einem Geflecht zarter, gelbliche Oeltröpfchen enthaltender Myceliumschläuche erfüllt, welche hier und da auch in die Zellen eingedrungen sind. Zwischen den Myceliumfäden einzelne aus zerschnittenen Fäden hervorgetretene Oeltropfen.

Fig. 23. Ein Stückchen Parenchym aus dem Querschnitt einer von dem Rostpilz bewohnten vorjährigen Fichtennadel zur Zeit der Fructification des Pilzes (Mitte Mai). Die Wandungen vieler Zellen sind theilweis zerstört, die Chlorophyllkörner, zwischen denen sich die von goldgelbem Oel strotzenden Myceliumfäden (m) hindurchdrängen, in Haufen zusammengeballt oder bereits ganz aufgezehrt. a. noch wohl erhaltene stärkebildende Chlorophyllkörner, welche durch Jod blau gefärbt werden; b. missfarbige, halb ausgesogene Körner, welche durch Jod eine schmuzige bläulichgrüne Farbe bekommen; c. ganz ausgesogene, wie Krystalloide erscheinende Körner (in der Zeichnung senkreckt gestrichelt), welche durch Jod gar nicht mehr gefärbt werden. Die kleinen Körnchen sind schwärmende Micrococcuszellen.

Fig. 24. Eine Parenchymzelle mit Gruppen ausgesogener krystalloidischer Chlorophyllkörner und zwei alten, nur noch vereinzelte Oeltropfen enthaltenden Myceliumfäden, welche durch sie hindurchgehen. Die kleineren verschieden grossen Körnchen sind schwärmende Micrococcuszellen.

Fig. 25. Ende einer verzweigten Dauersporenreihe mit Promycelium, welches Sporidien entwickelt hat (nach Reess). — v. Vacuole in einer Dauerspore.

Fig. 26—28. Verzweigte Sporenreihen (Basidien!), nach Münter. Bei v in Fig. 27 Vacuolen im Protoplasma. Fig. 28. Dauersporen, welche in Folge der Sporidienbildung ihres Inhalts bis auf einzelne orangegelbe Oeltropfen beraubt worden sind.

Fig. 29. Zwei Dauersporen, *Micrococcus* bildend. a. Oeltropfen; b. austretende Micrococcusschwärmer.

Fig. 30. Schwärmende Micrococcuszellen, zum Theil mit Schleimhüllen, von kleineren ebenfalls beweglichen Körnchen umgeben.

Der Rindenkrebs der Lärche oder die Lärchenkrankheit.

(Hierzu Taf. XI—XIV.)

Einleitung.

Seit einer Reihe von Jahren ist in verschiedenen Gegenden Deutschlands eine Krankheit der Lärche bemerkt worden, welche gegenwärtig weit verbreitet zu sein scheint und in manchen Gegenden, z. B. auf dem anhaltinischen Harz, Dimensionen angenommen hat, die nicht allein das Fortbestehen der vorhandenen Lärchenbestände, sondern auch die Erziehung neuer ernstlich in Frage stellen. In der forstlichen Literatur finden sich, soviel mir bekannt, über diese Krankheit, welche bei'm letzten zu Anfange des September d. J. in Falkenstein abgehaltenen Harzer Forstverein der Gegenstand lebhafter Verhandlungen geworden ist, nur wenige Nachrichten, welche ich zunächst hier mittheilen will, bevor ich auf die neuesten Beobachtungen und auf meine eigenen Untersuchungen eingehe.

Die meines Wissens erste Mittheilung stammt aus Oberhessen. Von dort berichtete ein hessischer Forstmann, der sich nicht genannt hat, im November 1855 Folgendes*):

„Seit etwa fünf Jahren habe ich eine Krankheit der Lärche, welche bei sehr vielen Bäumen schon das völlige Absterben bewirkt hat und voraussichtlich bei sehr vielen noch bewirken wird, nicht allein in hiesiger, sondern auch in andern Gegenden vorgefunden, ohne mir bis jetzt die Ursache der Erscheinungen erklären zu können. Anfänglich suchte ich diese in der die Nadeln aushöhlenden Mottenlarve; bald aber kam ich zu der Ueberzeugung, dass diese Ansicht eine irrige gewesen war, und glaube nun, dass für die Lärche eine Krankheit, ähnlich etwa wie bei der Kartoffel

*) Allgem. Forst- und Jagdzeitung. Jahrg. 1856. S. 32 f.

oder dem Weinstocke, herrschend sein müsse. Da ich die Symptome nicht erklären kann, so darf ich mich auf Mittheilung derselben beschränken, die wissenschaftliche Erklärung einem Pflanzenphysiologen überlassend."

„1. Nur Stämmchen bis zu etwa 15jährigem Alter — selten auch 20- und mehrjährige — werden von der Krankheit befallen. Dieses hat sich an verschiedenen Stellen deutlich gezeigt, wo jüngere und ältere — oft dicht — neben einander stehen, wo dann jene krank, diese gesund sind."

„2. Die Krankheit kommt in der Regel in den Thälern, in Mulden und an den untern Berglagen — ohne Unterschied der Himmelsgegend —, ausnahmsweise auch auf den Höhen und Freilagen vor. In der Einzelnmischung zwischen Laubhölzern wird sie fast gar nicht, seltner zwischen Fichten und Kiefern, sondern nur hauptsächlich im reinen Lärchenbestande gefunden."

„3. Die Gebirgs- und Bodenart scheint von keinem wesentlichen Einfluss auf die Krankheit zu sein, nasser undurchlassender Boden diese aber zu fördern. Denn ich habe sie gefunden im Basalt-, Schiefer-, Grauwacken- und Sandsteingebirge; auf Thon-, Lehm- und Sandboden."

„4. Die Krankheit giebt sich im Verlauf des Sommers zuerst durch Braunwerden und Zusammenschrumpfen der Nadeln, die in diesem Zustande häufig bis zum Herbst hängen bleiben, zu erkennen. In dem ersten und zweiten Jahre der Krankheit wird — je nach deren Heftigkeit — am Längentriebe ein bedeutendes Nachlassen nicht bemerkt, später aber wölbt sich die Krone des Stämmchens stark ab, der Wuchs in die Länge hört auf; zuerst beginnen hierauf einzelne Zweige, später der Gipfel abzutrocknen und endlich, nachdem die Pflanze 3 bis 4 Jahre gekränkelt hat, stirbt diese ganz ab. Mitunter werden nur einzelne Individuen, häufiger noch ganze Striche von der Krankheit heimgesucht, wodurch die Folgen erst recht bedenklich werden. Wenn die Krankheit einen hohen Grad erreicht hat, so bildet sich auf vielen Pflanzen — nicht in allen Lagen wurde dies beobachtet — eine blassrothe warzige Flechte. Häufig findet man, jedoch auch nicht allgemein, dass die Rinde, mitunter schon im ersten Stadium der Krankheit, eine schwarze Färbung annimmt, wodurch das Stämmchen ein Ansehen, ähnlich den in der Nähe von Kohlenmeilern oder Eisenhämmern u. s. w. stehenden gewinnt."

„Diese Krankheit ist in hiesiger und — wie ich mich selbst überzeugt habe — auch in andern Gegenden mit solcher Heftigkeit aufgetreten, dass, wenn sie nicht endlich wieder verschwinden sollte, für den Fortbestand der Lärche, dieser edlen Holzart, welche die demnächst sehr mangelnden hau-

baren Eichen als Bauholz zu ersetzen völlig geeignet schien, in reinen Beständen leider sehr zu fürchten ist. Sie wird dann — wohl mag dies auch ihre naturgemässeste Bestimmung sein — nur noch in Mischbeständen einzeln erzogen werden können."

Diese ebenso vorurtheilsfreie als bescheidene Mittheilung, welche in der Hauptsache auf vollkommen richtigen Beobachtungen beruht, hat einen andern ebenfalls ungenannt gebliebenen Forstmann Oberhessens veranlasst, im September 1856 in derselben Zeitschrift*) eine weitere Mittheilung über die Lärchenkrankheit zu veröffentlichen, welche zugleich eine Kritik, und zwar eine sehr schonungs- und rücksichtslose Kritik der ersten Mittheilung ist. Im Gegensatz zu dem ersten Berichterstatter, welcher offen und ehrlich bekennt, dass er sich die Krankheit nicht zu erklären vermöge, weiss der zweite deren Ursachen ganz genau. Man höre:

„Wir beschränken uns darauf, zu bemerken, dass die Krankheit der Lärche bis jetzt nur (?) in Thälern, Mulden und auf flachen Thalrücken, wo im Frühjahre häufig nasskalte Nebel mit Thalzug verbunden vorkommen, beobachtet wurde, nicht aber auf Höhen oder überhaupt in solchen Lagen, wo dergleichen Thalnebel nicht vorkommen (?). Selbst die Mischung mit andern Holzarten schützt die Lärche an solchen ungünstigen Standorten gegen das Absterben nicht. Der Boden äussert durchaus keinen nachtheiligen Einfluss auf die Lärche, selbst frischer bindender Boden ist ihrem Gedeihen in sonst günstiger Lage nicht hinderlich. Die Krankheit lässt sich auch nicht erst während des Sommers erkennen, sondern sie äussert sich gleich im Frühjahr beim Ausbruch der Nadeln und zwar dadurch, dass die Nadeln entweder gar nicht aus den Knospen treten oder dass sie kurz nach dem Erscheinen absterben und braun werden. Die Krankheit kann bis zum völligen Eingehen des Stammes oder Stämmchens bis gegen zwei Jahre dauern, ist aber oft auch im ersten Jahre tödtend, je nach dem Grade der dieselbe bedingenden Ursachen; oft sterben die ein- und zweijährigen Triebe nur ab, und der Stamm treibt dann, wenn die Beschädigung frühzeitig eintrat, während des Sommers über die ganze Oberfläche der Rinde am Stamme und den nicht getödteten Aesten einzelne Nadelbüschel. Nicht einzelne Exemplare werden von der Krankheit befallen (?), sondern immer ganze Striche, mehr in horizontaler als verticaler Richtung. Das Auftreten der röthlichen Flechte auf der Rinde der Lärche ist nicht Ursache, sondern Folge der bereits abgestorbenen Rinde (?), deren Saft wahrscheinlich (!) in Gährung übergegangen. Die Ausdehnung der Krankheit über grössere

*) Allgem. Forst- und Jagdzeitung, a. a. O. S. 469 f.

Flächen ist nur dann zu befürchten, wenn die sie bedingenden Ursachen ausgedehnterer Natur sind. So weit zur Berichtigung jenes Aufsatzes. Wir hätten gewünscht, der Herr Verfasser hätte uns die Ursache der Krankheit mitgetheilt, die zu erkennen pflanzenphysiologische Kenntnisse gar nicht nothwendig sind (!!)."

„Wir wollen in Nachstehendem versuchen, die ganz nahe liegenden (?) Ursachen dieser mysteriös gemachten (?!) Lärchenkrankheit zu geben. Bekanntlich treibt die Lärche ihre Nadeln im Frühjahre sehr zeitig, mithin muss ihr vegetatives Leben vor Ausbruch der Nadeln über den ganzen oberirdischen Holzkörper schon früher, und zwar zu einer Zeit thätig sein, wo die Vegetation im Allgemeinen noch still steht. Nun ist es Erfahrungssache, dass die lebendige Holzpflanze zu keiner Zeit gegen klimatische Einflüsse empfindlicher ist, als gerade in der Periode, wo das vegetative Leben über den ganzen Holzkörper seinen Anfang genommen und die Knospen ihre ersten Blätter treiben. Bleibt die Witterung günstig, dann schreitet die Vegetation ungehindert in ihrer Entwickelung fort; tritt jedoch kältere Witterung ein, dann giebt es natürlich einen Stillstand; sinkt die Temperatur noch mehr und so tief, dass das junge Pflanzenleben nicht nur gehemmt, sondern sogar gestört wird, dann muss folgerichtig die Holzpflanze ganz oder theilweise absterben, je nachdem der Kältegrad intensiv war. Diese Erscheinung finden wir sehr oft in auffallender Weise bei Buchenhegen, insbesondere aber bei Buchenpflanzungen, wenn starke Spätfröste eintreten. Dieselbe Ursache und nichts Anderes (?) ist die Lärchenkrankheit. Bei dieser Holzart regt sich das vegetative Leben früher, als bei unsern andern einheimischen Holzarten, und sie unterliegt den klimatischen Einflüssen, wenn die vorerwähnten Bedingungen eintreten, d. h. nasskalte Nebel mit Spätfrost. Ferner ist bei Beurtheilung dieser Krankheit wohl zu berücksichtigen, dass das Gedeihen der Holzarten theils mehr theils weniger durch die klimatischen Einflüsse bedingt ist, und dass eben solche, deren Heimath den Gebirgen angehört, in Niederungen, die mit vielen Wasserdünsten geschwängert sind, kein Gedeihen erwarten lassen können. Kommt hierzu noch der kalte Thalzug, wie solcher im Frühjahr in manchen Oertlichkeiten in hohem Grade auftritt, dann ist nichts natürlicher, als dass diese Holzarten hier nicht vegetiren können, — sie sterben ab. Es unterliegt nach unserer Ueberzeugung keinem Zweifel, dass die Lärche, bei der das vegetative Leben im Frühjahre sich frühzeitig regt, durch die Spätfröste in den mit vieler Feuchtigkeit angefüllten Thälern etc. getödtet wird; wir sind sogar der Ansicht, dass es noch nicht eines Grades unter dem Gefrierpunkte bedarf, um die Lärche mit ihrem lockern (?) Rindenbau in solchen

Thalzügen in ihrer Vegetation zu stören, und es scheint, dass ihr Absterben erst dann beginnt, wenn ihre Baumkrone eben in die Region eingreift, in welcher sich die kalten Nebel horizontal lagern und bewegen. Dass das Erfrieren aber nicht in jedem Jahre eintritt, ist eine bekannte Sache. Wir hegen ferner die Ueberzeugung, dass Spätfröste in lufttrocknen Lagen der Lärche nicht schåden; warum sollten sonst kleinere, im hohen Grase (wo bekanntlich die Luft sehr nasskalt ist) steckende Lärchenpflänzlinge im Frühjahre erfrieren, während an denselben Stellen ältere, das Gras bereits überragende Lärchenstämmchen keine Spur von Frost zeigen. Ein weiterer Beweis, dass es die kalten Thalnebel sind, welche die Lärche tödten, und dass überhaupt feuchte kalte Witterung ihrer Vegetation sehr hinderlich ist, möchte das Verhalten dieser Holzart im Laufe dieses Sommers sein. Wer den Wuchs der Lärche während dieses nasskalten Sommers beobachtet, wird gefunden haben, dass sie überall da — also nur local — sehr geringen Längenwuchs getrieben, wo keine freie Luftströmung stattfand, aber in früheren Jahren doch freudig vegetirte, und dass an diesen ungünstigen Localitäten ein grosser Theil der Lärchennadeln schon während des Vorsommers abstarb, während an luftigen Orten diese Erscheinung durchaus nicht sichtbar war. Lassen wir uns deshalb im Anbau der Lärche nicht beirren, aber pflanzen wir sie nicht an solchen Localitäten an, wo Thalzug vorhanden, sei dies nun ein Thal selbst, oder auf der Grenzscheide zweier Thäler, oder auch nur eine flach hinziehende Vertiefung. Die Lärche verlangt ebenso eine mit Wasserdampf wenig angefüllte Luftregion, wie die Buche in den heissen Klimaten nicht heimisch ist*). Jede Pflanze, auch unsere Waldbäume, hat in klimatischer Beziehung eine ihr eigenthümliche Heimath, die nach der Individualität mehr oder minder beschränkt erscheint, und wenn wir dieses bei der Lärche berücksichtigen, wird es uns nicht einfallen, ihr locales Absterben mit der Kartoffelkrankheit zu vergleichen, wie es der Verfasser jenes Aufsatzes zu thun beliebte."

Ich will mich über diese Auslassung, welche denselben Ton schulmeisternder Subjectivität athmet, wie so manche der von mir im I. Hefte dieses Werks kritisch beleuchteten Erklärungsversuche der Rothfäule, jeder Bemerkung enthalten. Aus den weiter unten mitgetheilten Beobachtungen und Untersuchungen wird sich ganz von selbst ergeben, welcher von den beiden oberhessischen Berichterstattern der Wahrheit am nächsten gekommen

*) Wie stimmt denn diese Behauptung mit der Thatsache des ursprünglichen Vorkommens und freudigen Gedeihens der Lärche in den Alpen überein, wo die Luft unausgesetzt reichlich mit Wasserdampf geschwängert ist?

und ob der erste die Zurechtweisung verdient hat, welche der zweite ihm zu geben für gut befunden.

Eine dritte Nachricht über die Lärchenkrankheit findet sich in den vom Königl. Bairischen Ministerial - Forstbureau herausgegebenen „Forstlichen Mittheilungen“, im 12. Hefte (1864). Es wird dort in einem „Ueber die Ursache des häufigen Absterbens der Lärche im jugendlichen Alter“ betitelten Aufsatze (S. 20—24) vom Revier Sailauf im Spessart, District XIX, Abth. Tausendseuf, Folgendes berichtet: „Zwanzigjährige Fichten- und Lärchensaat in hoher nordwestlicher Lage, woselbst die Lärchen bei freudigem Wachsthum und gutem Schluss auf einmal abständig werden. Diese Erscheinung ist bis jetzt ein Räthsel, dessen Lösung für den Anbau dieser Holzart und die Auswahl der für sie geeigneten Stellen von grosser Wichtigkeit ist. Auffallend erscheint besonders der Umstand, dass das Absterben der Lärche hier so plötzlich und unmittelbar nach den kräftigsten Jahrestrieben im geschlossenen Bestande und in einer Lebensperiode erfolgt, wo andere Holzarten gewöhnlich der Gefahr ungünstiger klimatischer und Witterungsverhältnisse entrückt sind. Aber eben dieser plötzliche Tod kann nur in gewaltsamen Störungen der Lebensfunctionen und nicht in allmälig und langsam wirkenden Ursachen seinen Grund haben.“ Trotz dieser ganz richtigen Anschauung sucht der ebenfalls ungenannte Berichterstatter die Ursache der Krankheit „lediglich in Frostbeschädigungen, welche im Frühjahre bei Entwickelung der zarten Nadeln stattfinden und nach Maassgabe der geringeren oder grösseren Heftigkeit und der öftern Wiederholung des Frostes, sei es in ein und demselben Frühjahre, oder mehrere Jahre nach einander, entweder nur ein Kränkeln und theilweises Absterben der Pflanzen oder, wie im vorliegenden Falle, eine grössere Störung des Lebensprozesses und den Tod herbeiführen. Diese Beschädigungen fallen anfangs gewöhnlich nicht sehr in die Augen, indem meistens nur die Spitzen der jungen Nadeln gelb werden, bleiben deshalb auch häufig unbeachtet und werden nicht für so gefährlich gehalten, als sie es in der That sind. Die krankhaften Erscheinungen an den Zweigen und der Rinde, das Aufreissen derselben, die Wulste und Harzflüsse, dann die Bildung der Flechten und die Beschädigung durch Insecten sind nur eine Folge der Frostbeschädigung und der gestörten Lebensfunctionen, nicht aber die unmittelbare Ursache des Absterbens.“ Im weitern Verlaufe seiner Mittheilung schliesst sich der Verf. so ziemlich der Ansicht des zweiten hessischen Berichterstatters an. Er sucht die gewiss sehr bemerkenswerthe Thatsache, „dass nicht alle Lärchen gleichmässig leiden, und neben abgestorbenen andere ganz freudig fortwachsen“ daraus,

dass nicht alle Lärchen zu gleicher Zeit austreiben sowie aus der localen Verschiedenheit des Humusgehalts des Bodens, in Folge wovon manche Lärchen sich 8—14 Tage früher entwickeln sollen, als die nebenanstehenden, dieser Unterschied aber bei Frühfrösten sehr maassgebend sei, zu erklären und empfiehlt für die Anzucht der Lärche in geschlossenen Beständen trockne, freie, luftige Lagen namentlich von nördlicher und nordöstlicher Exposition, Vermeidung eines gedrängten Standes und dichter Saaten, Mischung mit Kiefern und Buchen, aber nicht mit Fichten und Tannen, und Reihenpflanzung mit 10—12′ Reihenabstand und 4′ Pflanzweite. Uebrigens ist dieser bairische Berichterstatter viel weniger von der Richtigkeit seiner Ansicht durchdrungen, als jener zweite Hesse, denn er schliesst seinen Aufsatz mit den Worten: „Es wäre zu wünschen, dass auch von andern Seiten dem Verhalten der Lärche besondere Aufmerksamkeit geschenkt, und insbesondere Thatsachen, welche zur Aufklärung der noch nicht abgeschlossenen Frage über die Ursache des so häufigen Absterbens der Lärche im jugendlichen Alter beitragen könnten, in den Fachblättern veröffentlicht würden."

Schliesslich sei noch eine kurze Mittheilung erwähnt, welche Herr Forstrath Dr. Hartig dem Harzer Forstverein im J. 1863 über diese Krankheit machte, die er den Rinden- oder Splintkrebs der Lärche genannt, aber nicht weiter untersucht hat*). Ihm verdanke ich auch das erste Material, welches ich bei den unten zu berichtenden Untersuchungen benutzen konnte, indem mir derselbe im December v. J. bei einer kurzen Anwesenheit in Tharand einige Zweige, Ast- und Stämmchenstücke kranker Lärchen vom braunschweigischen Harz zur mikroskopischen Untersuchung übergab, deren Ergebnisse ich in einer kurzen Mittheilung vom März d. J. veröffentlicht habe**).

Möglicherweise sind noch andere Notizen über diese scheinbar neue Krankheit in den forstlichen Zeitschriften vorhanden, denn allerdings habe ich weder Zeit noch Gelegenheit gehabt, die gesammte so umfangreiche periodische Forstliteratur genau durchzusehen. Dass übrigens schon vor 1850, wo der erste Berichterstatter aus Oberhessen die Lärchenkrankheit zuerst bemerkt hat, dieselbe Calamität hin und wieder vorgekommen sein mag, dafür sprechen nicht allein weiter unten zu erwähnende Thatsachen, sondern auch mehrfache Notizen in der forstlichen Literatur. So bemerkt

---

*) Verhandlungen des Harzer Forstvereins, 1863.

**) Vereinsschrift für Forst-, Jagd- und Naturkunde. Herausgegeben vom böhmischen Forstverein. 1867. 1. Heft, S. 81.

der ungenannte Verfasser eines Aufsatzes über die Lärche im Augusthefte des Jahrg. 1842 der allgem. Forst- und Jagdzeitung, dass 30- bis 45jährige Lärchenbestände auf ziemlich kräftigem Boden und deshalb von üppigem Wuchse in den Gipfeln alle Zweige verlieren und von oben absterben*). Ferner wird im 32. Hefte der v. Wedekind'schen „neuen Jahrbücher der Forstkunde" (1846) von dem Absterben eines 23jährigen, bis dahin in sehr gutem Wuchse befindlich gewesenen, geschlossenen reinen, in einer Meereshöhe von 1800 Fuss gelegenen Lärchenbestands des bairischen (?) Forstreviers Lauterbach berichtet**). Besagter Lärchenbestand stockte auf kräftigem Basaltverwitterungsboden einer sanften nordöstlichen Abdachung nach einem stets feuchten Thale. Auch aus neuerer Zeit finden sich dergleichen Notizen. So berichtet der kaiserlich österreichische Revierförster v. Glazer, dass in Kärnthen die Lärchen auf reinem Lehm- und dürrem Sandboden (?) wipfeldürr würden***), und nach Herrn Forstdirector Burkhardt wollten 1860 die im Osnabrückischen befindlichen bis dahin gut gediehenen Lärchenbestände nicht mehr recht wachsen†).

1. Vorkommen und Verbreitung der Krankheit in der Gegenwart.

In der Meinung, dass die Lärchenkrankheit in Sachsen noch nicht aufgetreten sei, inserirte ich in das Aprilheft der allgemeinen Forst- und Jagdzeitung eine kurze Notiz über die Ergebnisse meiner ersten Untersuchungen, worin ich die Bitte an alle Forstleute, denen diese Krankheit vorkommen sollte, aussprach, mir frisches Material von kranken Lärchen zu schicken, um die bisherigen Untersuchungen vervollständigen zu können. Dieser Bitte ist von Seiten zweier Harzer Forstbeamten auf das Zuvorkommendste entsprochen worden, weshalb ich mich gedrungen fühle, denselben hier öffentlich meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen. Es waren dies der herzoglich Braunschweigische Forstmeister Geitel in Blankenburg und der herzoglich Anhaltische Regierungs- und Forstrath Braun in Harzgerode. Ersterer sandte mir Mitte Mai eine Parthie fünfjähriger Lärchenpflanzen aus einem in ca. 1600 Fuss Höhe auf einem Plateau von tiefgründiger humoser Bodenbeschaffenheit gelegenen und durch den umgebenden jungen Bestand ge-

---

*) Forstliche Berichte mit Kritik, von Schultze. 1845. 1. Heft, S. 49.
**) Ebendaselbst, 1849, 5. Heft, S. 67 f.
***) Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1857, S. 233.
†) Verhandlungen des Hils-Sollingvereins. 1860. S. 18.

schützten Saatkamp, bei welchen, wie die kaum halbentwickelten und bereits welkenden Nadeln zeigten, die Krankheit in diesem Frühlinge zum Ausbruche gekommen war. Herr Geitel schrieb mir zugleich Folgendes über das Auftreten der Krankheit in seinem Bezirke: „Ich verfehle nicht, Ihnen mitzutheilen, dass sich das plötzliche Absterben der Lärchen von dem verschiedensten Alter und unter den abweichendsten Standortsverhältnissen in drei Revieren meines Bezirks seit etwa zwei Jahren gezeigt hat. Zuerst erkrankte ein 20- bis 25jähriger Baumbestand an beiden Seiten eines Abfuhrweges auf der Sohle eines Gebirgsthales im Revier Wendefurth und starb nach und nach ab. Da die Lärchen in diesem Thale in zwei auf einander folgenden Jahren durch Spätfröste arg beschädigt waren, so suchte ich anfänglich den Grund ihres Erkrankens in diesem Umstande. Bald darauf zeigte sich aber dieselbe Erscheinung an jüngeren und älteren Lärchen in völlig geschützten Lagen, woselbst von Frostschäden nicht die Rede sein konnte. Im Revier Hüttenrode sind in einem aufgewachsenen Lärchenpflanzcamp 30- bis 40jährige Stämme, welche rings von einem gleichalterigen Fichtenbestande umgeben sind, ebenfalls trocken geworden. In den Revieren Blankenburg und Wendefurth sind allenthalben jüngere Lärchen theils in den Pflanzcämpen, theils da, wo sie gruppenweise in die Laubholzbestände eingesprengt waren, in gleicher Weise verloren gegangen. Aus Lage, Klima und Boden ein Princip für das Auftreten der Krankheit abzuleiten, hat mir bisher nicht gelingen wollen. Die vorherrschende Gebirgsart ist hier Thonschiefer, der hier und da von der Grauwacke ersetzt und auf ganz geringen Flächen von Grünstein durchbrochen wird. Es sind sowohl die Cämpe in der höchsten Gebirgslage, als auch diejenigen in ebener und milder Lage von der Krankheit afficirt. Gebirgsart und Boden scheinen sich dabei indifferent zu verhalten."

Am 22. Juni erhielt ich vom Herrn Forstrath Braun eine grosse Kiste mit frischen kranken Lärchen von verschiedenem Alter und in den verschiedensten Krankheitsstadien, sowie folgenden interessanten Bericht:

„Das erste Auftreten der Krankheit wurde*) an einem sehr tiefgründigen lehmigen Nordostabhange, an dessen Fuss ein ziemlich breites Wiesenthal liegt, bemerkt. Hier standen Lärchen von etwa 35jährigem Alter in einem ungefähr gleichalten Fichtenbestande, theils ganz einzeln, theils auf kleinen Stellen in mehrern Exemplaren vereinigt und dienten, die Lücken in dem Fichtenbestande auszufüllen. Obgleich bereits über die Fichten hinausgewachsen, fingen sie an zu kränkeln; es starben zunächst die Spitzen der

*) Nach mündlicher Versicherung vor acht Jahren, also 1859.

Zweige ab, nach wenigen Jahren waren schon ganze Aeste abgestorben und es zeigten sich nur noch einzelne derselben in der Nähe des Stammes, diese aber dichter als sonst mit Nadeln bedeckt. Endlich starben auch diese ab, die Bäume gingen ein und mussten sämmtlich herausgeschlagen werden. Bald zeigte sich diese verderbliche Krankheit auch in andern Beständen und zwar vorzugsweise an feuchteren Stellen an Wiesen- und Thalrändern. Gleichzeitig trat die Krankheit aber auch auf einer trockenen Ebene und seit dieser Zeit in verschiedenen andern Beständen von ganz von einander abweichender Lage und in den verschiedensten Mischungen oder auch in reinen Lärchenbeständen auf. In dem oben erwähnten auf trockener Ebene gelegenen Bestande waren die Lärchen gebraucht worden, um einen früheren Mittelwaldbestand mit den umliegenden Fichtenbeständen in eine Betriebsart zu bringen; sie standen hier vermischt mit Haselsträuchern, waren aber über diese im 40jährigen Alter bereits um das zwei- und dreifache hinausgewachsen. Ihr bis dahin vortrefflich gewesener Wuchs zeigte, dass sich die Lärchen in dieser Stellung äusserst wohl befunden hatten. Mit einem Male aber traten dieselben Erscheinungen auf, sie wurden von der Spitze der Zweige nach dem Stamme zu trocken und starben nach und nach ab. — In einem in der Nähe liegenden jüngern etwa 20jährigen Bestande, der aus einem Lärchencampe entstanden und noch sehr geschlossen war, ging das Absterben weit rascher vor sich. Hier war der Boden weit besser, aber in einem ganz flachen Thaleinschnitte gelegen, hielt sich derselbe sehr feucht und auch die Luft war vermöge des Thales hier wasserhaltiger und kälter gewesen."

„Bis zur gegenwärtigen Zeit hatte sich die Krankheit immer nur an einzelnen Stellen gezeigt, leider aber scheint es dabei nicht bleiben zu wollen. Im laufenden Jahre fangen die grösseren Lärchenbestände, welche auf einem etwa 1100 bis 1200 Fuss über dem Meer gelegenen Plateau liegen, ebenfalls an zu kränkeln, und wenn auch hier wiederum die feuchter gelegenen Stellen vorzugsweise von der Krankheit befallen werden, so kann man doch keineswegs behaupten, dies sei der alleinige Grund, vielmehr möchte es nur begründet sein, dass diese Lagen vorzügliche Förderer der Krankheit sind. Die sorgfältigsten (allerdings nicht mikroskopisch geführten) Untersuchungen haben zu einem Resultate noch nicht geführt. Auch erhellet aus dem Vorkommen in den verschiedensten Lagen von Höhe, von Feuchtigkeitsgrad des Bodens und der Luft und aus dem in den verschiedenen Zusammensetzungen mit andern Holzarten, dass sich durchaus kein Grund feststellen lässt, der überall Anwendung finden könnte. Wenn man behaupten wollte, die Lärche könnte tiefgründigen Boden nicht

vertragen, so zwingen einzelne Exemplare und ganze Bestände dazu, diese Ansicht als falsch zu bezeichnen. Wenn man behaupten wollte, die Lärchen liebten nur die Höhen, so zeigen viele Beispiele, dass sie auch in tieferen Lagen gut gedeihen. Wenn man behaupten wollte, schon immer hätten die Lärchen in einem gewissen Bestandesalter wenigstens im Wuchse nachgelassen, so ist dies wiederum nicht zutreffend, denn in allen allerdings nur in geringer Zahl vorhandenen älteren Lärchenbeständen oder Mischungen sind dieselben vorzüglich schön und hätten eigentlich zu grossen Hoffnungen für unsere Zukunft berechtigen müssen*). Wenn man endlich behaupten wollte, das in vielen Beständen unseres Harztheiles fast alljährliche Auftreten der Lärchenmotte habe Schuld an der Krankheit, so muss dagegen angeführt werden, dass die Lärchen auch da krank geworden sind, wo die Motte nur selten auftrat, und sich im Gegentheil da gesund erhalten haben, wo das Erscheinen der Motte alljährlich beobachtet wurde. Alle solche Schlüsse haben sich bis jetzt als trügerisch erwiesen."

---

*) Zur Bestätigung dieser Ansicht sei auf die zahlreichen, theils einzeln stehenden, theils mit anderem Holz gemischt, theils in Horsten und ganzen Beständen vorkommenden älteren und alten Lärchen aufmerksam gemacht, welche sich hin und wieder in Deutschland finden und bezüglich ihres Wuchses und Gedeihens nichts zu wünschen übrig lassen. Erst kürzlich habe ich in den Elbleiten bei Tetschen auf einem unmittelbar zur Elbe abfallenden Südost- und Osthange auf Quadersandstein im Gemisch mit Fichten, Kiefern und Tannen c. 60jähr. haubare Lärchen von bedeutenden Dimensionen mit schnurgeraden mastbaumgleichen Stämmen in grosser Anzahl gesehen. Aehnliche schöne Lärchen in gleichem Gemenge erinnere ich mich 1858 im Nonnenwalde des Rossauer Reviers (Sachsen) in ebener Lage auf frischem, selbst feuchten Granulitboden, sowie 1865 auf dem Werdauer Walde und verschiedenen voigtländischen Revieren gesehen zu haben. Ferner wird im Schweizer Forstjournal (Jahrg. 1852, S. 120) von einem 100jährigen Lärchenbestand im Bamberger Hauptsmoorwalde (aufgeschwemmter, tiefgründiger, frischer bis feuchter Kalkboden in ebener Lage) berichet, dessen Stämme damals ca. 100' Höhe und unten 2—2½' Durchmesser bei schnurgeradem Wuchse hatten. Vgl. auch den Bericht über die 16. Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe zu Nürnberg 1853 in v. Wedekind's neuen Jahrbüchern der Forstkunde, 4. Bd. (1854), S. 123, wo von einem 12,3 nass. Morgen grossen in Montabaurer Stadtwalde (Nassau) in 800' Meereshöhe in ebener und geschützter Lage auf Lös stockenden Lärchenbestande die Rede ist, welcher 1756 durch reine Vollsaat angebaut worden war und im Winter 1830/31, also im 74jährigen Alter, abgetrieben wurde und damals noch 1373 Stämme von 75—80' Schafthöhe hatte und pro Morgen 6370 Kubikfuss Derbholz lieferte! Aus diesen Thatsachen, die sich leicht vermehren liessen, geht zur Genüge hervor:

1) Dass die Lärche, trotz ihrer alpinen Heimath, durchaus keine unpassende Holzart für die ausserhalb der Alpen gelegenen Länder Deutschlands ist und auch noch in niedrigen Gegenden vorzüglich zu gedeihen vermag;
2) dass zu der Zeit, wo jene theils noch vorhandenen, theils nunmehr abgetriebenen schönen Lärchen und Lärchenbestände jung waren, die jetzt herrschende Krankheit entweder noch gar nicht existirt haben oder wenigstens nur sehr vereinzelt aufgetreten sein kann.

Der Zufall wollte es, dass wenige Tage bevor Braun's Sendung und Bericht eintraf, ich durch eine mit den Studirenden unserer Akademie unternommene mehrtägige Excursion nach dem Zschopauer Forstbezirk Gelegenheit fand, den zum Plauer Forstrevier gehörenden Oederaner Wald, den ich bereits 1858 auf einer Forstreise, damals leider bei strömendem, eine genauere Besichtigung der Bestände unmöglich machenden Regen besucht hatte, wieder zu sehen. Genannter Reviertheil ist seit Jahrzehnten berüchtigt wegen seiner kümmernden Lärchen, welche hier theils in reinen, theils und vorzüglich in mit Kiefern und Birken, zum Theil auch Fichten gemengten, aus Saaten hervorgegangenen Beständen früher bedeutende Flächen bedeckten, nunmehr aber grösstentheils abgetrieben sind. Bereits bei meinem ersten Besuche war mir das überaus kranke Ansehen dieser dick mit Laub- und Bartflechten bedeckten Lärchen aufgefallen, da dieselben aber laut den Versicherungen der Forstbeamten und den in den Wirthschaftsplänen niedergelegten Angaben nur etwa in den ersten 10 Jahren ihres Lebens ein freudiges Gedeihen gezeigt und von da an zu kümmern angefangen hatten, da diese Lärchen ferner aus meist etwas übersäten Vollsaaten hervorgegangen und angelegt worden waren, um den durch eine unerhörte Streunutzung gänzlich herabgekommenen und ausgehagerten Boden wieder zu kräftigen, ich selbst damals auch die Naturgeschichte der Lärche noch zu wenig kannte und fast noch keine Lärchenbestände gesehen hatte: so trug ich kein Bedenken, mich der Ansicht der Forstbeamten, dass das Kümmern und Absterben jener Lärchen in der Nahrungslosigkeit des Bodens und in dem zu dichten Schlusse seinen Grund haben möge, anzuschliessen*). Wie sehr war ich aber überrascht, als ich bei meinem zweiten Besuch des Oederaner Waldes in den noch vorhandenen Lärchenbeständen, und zwar an jedem untersuchten Exemplare, dominirenden wie unterdrückten, noch lebenden wie absterbenden und bereits abgestorbenen, und in jeder Lage, sowie auf jedem Boden die unzweideutigen Symptome der mir nunmehr nach dem von Hartig und Geitel übersandten Material wohlbekannten Lärchenkrankheit vorfand und ich und meine Begleiter, zu denen ausser dem betreffenden Oberförster auch die Herren Oberforstrath Judeich und Professor Greiffenhahn gehörten, uns überzeugen mussten, dass hier diese Krankheit vielleicht bereits seit Jahrzehnten gewüthet habe! Und gerade die auf der obersten etwa 1400 Fuss hohen Kuppe jenes aus Porphyr und Kohlensandstein bestehenden Reviertheiles stockenden Lärchenbestände, der einzige noch übrige grössere Rest jener ausgedehnten Saaten, von den bereits gegen

*) Vgl. Tharander Jahrbuch, Jahrg. 1854, S. 133.

100 Acker haben abgetrieben werden müssen, zeigten die Krankheit im höchsten Grade. Aber auch von den sehr zahlreichen einzelnen in den Fichtenbeständen eingesprengten Lärchen, selbst in offenbar höchst günstigen Lagen, schien keine einzige gesund zu sein; wenigstens waren alle von uns besichtigten mit der Krankheit behaftet*). Hierdurch aufmerksam geworden, habe ich im Verlauf jener Excursion die Lärchenkrankheit auch auf dem Chemnitzer Revier sowohl an einzelnen Lärchen als in Lärchenhorsten constatirt und nach meiner Rückkehr Spuren derselben auch bei den Lärchen des Tharander Reviers gefunden. Auf der diesjährigen zu Anfange der Sommerferien stattgefundenen akademischen Forstreise hatte ich ferner Gelegenheit, das Vorhandensein der Lärchenkrankheit in Böhmen (auf der Herrschaft Kamnitz, auf frischem Basaltboden) und in dem Oberlausitzer Grenzgebirge (auf den zu den Zittauer Rathswaldungen gehörenden Waltersdorfer und Oybiner Revieren, hier auf Quadersandstein) zu constatiren. Ich fürchte daher, dass diese verderbliche Krankheit bereits durch ganz Sachsen und das angrenzende Böhmen, überall wo Lärchenbestände vorkommen, verbreitet sein mag. Es dürfte daher an der Zeit sein, dass in allen Forstrevieren Sachsens, wo Lärchen angebaut worden sind (dasselbe gilt natürlich auch von den übrigen Ländern Deutschlands), die vorhandenen Lärchenbestände einer genauen Besichtigung unterworfen würden, um die nur wenig inficirten Bestände durch geeignete Maassregeln, welche in Abschnitt 5 besprochen werden sollen, von dem traurigen Geschick derjenigen des Oederaner Waldes und des Harzes zu bewahren zu suchen, so weit dies überhaupt möglich ist. Zur sicheren Erkennung der Krankheit werden, so hoffe ich, die nachfolgenden Schilderungen des äusserlichen Ansehens der inficirten Lärchen, wie auch die Figuren 1—4 der Taf. XI. dienen können. Diese Schilderungen sind nach der Natur entworfen, indem ich sowohl auf dem Oederaner Walde und in den Zittauer Rathswaldungen, als namentlich auf dem Anhaltischen Harz, wohin ich mich auf die Einladung des Herrn Forstrath Braun zu Anfang Septembers begab, reiche Gelegenheit fand, die Krankheit in allen Stadien zu studiren. Auf den von mir unter der persönlichen Führung des genannten Herrn besuchten vier Revieren waren circa 650 Morgen grösstentheils mit Kiefern und Fichten gemischter, zum Theil aber auch reiner Lärchenbestände mehr oder weniger erkrankt, aber auch die meisten der sehr zahlreichen einzeln eingesprengten Lärchen von der

*) Ueber die Lärchenkrankheit auf dem Oederaner Walde und überhaupt in Sachsen gedenke ich ausführlich in einem der nächsten Hefte des Tharander Jahrbuches zu berichten.

Krankheit inficirt*). Letztere hat sich hier offenbar in der Richtung von WSW. nach ONO. verbreitet, denn sie trat in auffälliger Weise zuerst auf dem Güntersberger Revier (dem westlichsten und am höchsten gelegenen des

---

*) Ich glaube im Interesse meiner Leser zu handeln, wenn ich hier einige specielle Angaben über den Befund der Lärchenbestände auf den von mir besuchten Revieren des Anhaltischen Harzes beifüge. I. Güntersberger Revier. 1. *Armborst* in Abth. 40, Osthang des Elbinger Thales in der Nähe des Elbinger Teiches (eine der Quellen der Selke) südöstlich von Güntersberge ca. 1300' hoch, mit 15—20 Morgen aus Pflanzung hervorgegangener ca. 25jähriger gemischter Lärchen- und Fichtenbestände. Boden gut, frisch, mit Gras- und Kräuterdecke, Holzwuchs kräftig, Schluss mässig. Alle Lärchen sehr krank, sehr viele todt, davon die meisten erst heuer abgestorben. Die Krankheit wurde hier mit zuerst bemerkt, hat namentlich seit 5 Jahren sehr zugenommen. Der gegenüber liegende Westhang (Städtelholz?) zeigte an den eingesprengten Lärchen erst den Anfang der Krankheit. 2. Ort *Schanzentannen* im westlichsten und höchsten Theile des Reviers, ca. 1350' hoch. 80 Morgen (2 M. aus Verbandpflanzung hervorgegangener reiner Lärchenbestand, die übrigen aus Mischsaat entstandene Lärchen, Kiefern und Fichten) 40—48jährigen Holzes, auf hohem luftigem, freiem nach SO. sich sanft abdachenden Plateau und trockenem aber gutem grasbedecktem Boden. Lärchen gut gewachsen, in mässigem Schluss, aber alle todtkrank, viele abgestorben. 3. *Grosser Ilsenkopf*, Abth. 30, b. Südhang, begrenzt von einem Wiesenthal, an der obern Selke, südlich von N. 1., mit Kiefern und Fichten und eingesprengten Lärchen bestanden, letztere alle mit dem Anfang der Krankheit, einige bereits mit Krebsstellen. Holzwuchs übrigens kräftig, Boden trocken, mit Gras- und Kräuterdecke. 4. *Lobich*, Abth. 23. 24, a, unweit Siptenfelde im östlichen Theile des Reviers. Ein Streifen, ca. 6 Morgen gross, etwa 30—40jährigen fast reinen Lärchenbestandes, an einem sanften Nordhange, welcher an eine grosse Wiese grenzt. Boden feucht, mit Gräsern und Kräutern. Lärchen sehr kräftig gewachsen, aber alle todtkrank, viele heuer plötzlich abgestorben. Krankheit hier seit 3 Jahren bemerkt. (Eine von hier entnommene Stammscheibe einer 30jährigen Lärche von $8^1/_2$" sächs. Durchmesser beweist, dass die Krankheit bereits vor 6—7 Jahren begonnen haben mag, und der Zuwachs bereits seit 14 Jahren nachgelassen hat, denn bis dahin hat diese Lärche sehr breite Jahrringe angesetzt, sodann nur halb so breite und in den letzten 6 Jahren plötzlich äusserst schmale, zusammen nur $^1/_4$" ausmachende.) 5. Parzelle *Münchberg* im NO. des Reviers, an der *Erichsburg*, Abth. 1—3. Circa 90 Morgen 30 bis 40jähriger Lärchen mit Fichten, Kiefern und Laubholz gemischt, in einer etwa 1200' hohen eingeschlossenen Mulde mit frischem bis feuchtem von Gras und Kräutern bedecktem Boden. Alle Lärchen sehr krank, die meisten schon todt. Hier wurde die Krankheit mit zuerst beobachtet. — II. Harzgeroder Revier. Waldort *Laubthal*, Abth. 60, a, an der von Alexisbad nach Güntersberge führenden Strasse. Circa 30 Morg. 16jähr. aus Pflanzung hervorgegangener gemischter Lärchen- und Fichtenbestand auf frischem mit Gras und Kräutern bedecktem Boden an einem sanften NO.-Hange. Alle Lärchen mehr oder weniger krank, viele heuer abgestorben. (Zwei von hier entnommene Stammscheiben zeigen, dass die Krankheit erst vor 3 Jahren begonnen haben kann, denn nur die 2 letzten Jahrringe sind sehr schmal, die vorhergehenden ungemein breit.) III. Gernroder Revier. 1. *Grosses Brandholz*, Abth. 40, nicht weit vom Sternhaus (1370' hoch). Circa 80 Morgen 20—30jähr. Lärchen mit Fichten gemischt, auf frischem grasbedeckten Boden in einer Einsenkung steckend. Wuchs beider Holzarten sehr kräftig (eine gefällte sehr kranke Lärche zeigte 22 sehr breite gleichmässige Jahrringe, auf welche plötzlich einige sehr schmale folgten), Schluss mässig. Alle Lärchen krank, viele bereits abgestorben, Krankheit offenbar plötzlich eingetreten (bei dem gefällten Baume vor 3 Jahren). 2. *Bergrath Müller's Teich* im Rammbergforste (unweit der Victorshöhe, vielleicht 1500' hoch), ca. 40 Morgen gemischter Lärchen- und Kiefernbestand auf freier luftiger Kuppe, mit an eine Culturfläche grenzendem,

Anhaltischen Harzes) im Jahre 1859 auf und verbreitete sich von da aus wahrscheinlich über die angrenzenden Reviere von Harzgerode und Gernrode, welche jetzt ebenfalls stark befallen sind, aber vorzüglich erst seit diesem (oder vielleicht richtiger seit dem vorigen) Jahre, während das am tiefsten und nordöstlichsten gelegene an die Ebene grenzende Ballenstedter Revier eben erst die Anfänge der Krankheit in seinen Lärchenbeständen und Einzelnlärchen erkennen lässt. Allerdings sind hier 15- bis 30jährige Lärchenbestände, welche der Krankheit vorzugsweise zum Opfer zu fallen scheinen, nur in geringer Menge vorhanden, indem die meisten hier vorzugsweise reinen Lärchenbestände ein Alter von 50 bis 70 Jahren besitzen. Diese, im Ganzen gut gewachsen, hatten noch ein völlig normales Ansehen. Freilich befinden sich dieselben in der untersten, nordöstlichsten Lage des Reviers.

---

gegen NO. exponirtem Hange, mit trockenem grasbedecktem Boden auf Granit (alle übrigen hier anzuführenden Bestände stocken auf Thonschiefer). Lärchen 20—25jährig, gut gewachsen, alle im letzten Stadium der Krankheit, viele todt. Krankheit im untern Theile des Hanges intensiver, als auf der Kuppe. (Dieser Ort ist etwa 1 Stunde in gerader Richtung von der Erichsburg entfernt!) 3. *Haferfeld*, an der nördlichen Grenze des Reviers unweit Gernrode, ca. 140 Morgen fast reiner oder mässig mit Fichten und Kiefern gemischter 25—30jähriger Lärchenbestände, auf einer freien nach SO., S. und SW. sanft abfallenden Kuppe, in einer Höhe von ca. 900—1000'. Alle Lärchen krank, viele abgestorben. Krankheit auf der freien Höhe und am NO.-Hange anscheinend intensiver, als an den übrigen Hängen und in der südwestlich anstossenden von Fichtenhochwald umgebenen feuchten Mulde. 4. *Dammersfeld*, Abth. 98. Circa 6 Morgen 15jährige Lärchen mit eingesprengten Fichten an einer nach SSO. exponirten unten an einen Wiesenzug grenzenden Hange auf trocknem, grasbedecktem Boden. Auch hier die Lärchen kräftig und freudig gewachsen, in mässigem Schlusse, aber alle sehr krank, nach unten zu mehr als nach oben hin. Die freistehenden Randbäume am kränksten, zum Theil abgestorben. 5. *Schild*, Abth. 92. Gemischter Lärchen- und Kiefernbestand von ca. 35 Morg. in ebener Lage auf frischem grasbedecktem Boden, 12 Morgen davon eingepflanzte Lärchen, die übrigen aus Mischsaat hervorgegangen. Wuchs gut, Krankheit mässig. 6. *Mädchenwiese*, Abth. 86, a. und 89, a., im nordöstlichsten Theile des Reviers. Circa 60 Morgen aus Mischsaat hervorgegangener 20—25jähriger Kiefern- und Lärchenbestand auf einem höchstens 1000' hohen Plateau mit nach N. exponirtem Hange. Boden trocken mit Gras- und Kräuterdecke, alle Lärchen inficirt, die am Hange stehenden am kränksten, Krankheit im Anfange. Holzwuchs übrigens kräftig, Schluss mässig. — IV. Ballenstedter Revier. Ort *Hungerberg*, Abth. 75, b. Circa 40 Morg. 10—15jähr. Lärchen mit Kiefern gemengt, an einem nach NNW. gerichtetem Hange, auf frischem bis feuchtem mit Gras und Moos bedecktem Boden, in höchstens 1000' Seehöhe. Krankheit im Anfange, Ansehen der kräftig und üppig vegetirenden Lärchen im Allgemeinen noch gut, Lärchen nach oben hin stärker inficirt, als unten. — Es geht hieraus hervor: 1. dass die Krankheit auf allerlei Boden, in allen möglichen Höhen und Lagen, in Saat- und Pflanzbeständen, reinen und gemischten aufgetreten ist und noch auftritt, 2. dass feuchte Luft (in Mulden, Einsenkungen, eingeschlossenen Ebenen, an N., NO., NW.-Hängen) die Krankheit zu begünstigen scheint, 3. dass die Bestände am Armborst und an der Erichsburg, woselbst die Krankheit vor 8 Jahren zuerst bemerkt worden ist, wo dieselbe aber wahrscheinlich schon seit längerer Zeit sich eingenistet gehabt hat, vielleicht auch am Ort Schanzentannen, die Hauptheerde der Krankheit, die von hier aus in nordöstlicher Richtung vorgerückt ist, gewesen sein mögen.

Bemerkenswerth ist ferner der Umstand, dass im braunschweigischen Forstbezirk Blankenburg die Krankheit erst vor zwei Jahren und zwar zuerst auf einem Reviere (dem Wendefurther) bemerkt wurde, welches nördlich von dem stark erkrankten Waldort Schanzentannen des Güntersberger Reviers liegt, von dem es in gerader Linie kaum 3 Stunden entfernt ist. Ich erinnere mich übrigens schon 1864 am hannöverschen Harz gehört zu haben, dass im Braunschweigischen diese Krankheit der Lärchen (von welcher ja auch Hartig schon 1863 dem Harzer Forstverein berichtet hat) ausgebrochen sei, und zwar, irre ich nicht, in der Gegend von Braunlage, also im WSW. des Wendefurther Reviers. Die Reviere Hüttenrode und Blankenburg, wo die Krankheit nach Geitel später ausgebrochen, liegen im N. und NO. des Wendefurther. Also auch am braunschweigischen Harz scheint die Krankheit (betrachtet man Braunlage als Ausgangspunkt) von SW. nach NO. oder von WSW. nach ONO. sich verbreitet zu haben. Wie es am hannöverschen Harze stehen mag, wo in den Forstinspectionen Lautenthal, Clausthal und Herzberg in den zwanziger Jahren auch viele Lärchen, zum Theil in reinen, zum Theil in mit Fichten gemischten Beständen angebaut worden sind, stehen möge, ist mir unbekannt; nach Andeutungen in den Verhandlungen des Harzer Forstvereins (1847, S. 122 ff.) scheint mir aber schon damals dort die Lärchenkrankheit gespukt zu haben. Nach mündlichen und brieflichen Mittheilungen des fürstlich Wittgenstein'schen Oberforstrath Reuss, mit dem ich im Anhaltischen Harz zusammentraf, ist in den Wittgenstein'schen Waldungen (in Westfalen) die Lärchenkrankheit ebenfalls allgemein verbreitet und nach seinen Zuwachsuntersuchungen alter (bis 90jähriger) Lärchen, wahrscheinlich seit längerer Zeit und zu wiederholten Malen mit erneuerter Intensität aufgetreten. Erwägt man ferner, dass jener Theil Westfalens, ebenso wie das nicht weit davon entfernte Oberhessen, wo die Krankheit zuerst beobachtet worden zu sein scheint, im WSW. oder SW. des Harzes liegt, dass desgleichen Unterfranken, wo diese Krankheit (am Spessart) auch ausgebrochen und vielleicht, wie überhaupt in Baiern schon seit längerer Zeit vorhanden gewesen sein mag*), im WSW. resp. SW. von Sachsen, so drängt sich bei einem Blick auf die Karte von selbst der Gedanke auf, dass die Lärchenkrankheit von einer noch unbekannten Gegend im SW. Mitteleuropas ausgegangen sei und sich in der Richtung von SW. nach NO. oder vielleicht richtiger von WSW. nach ONO. allmälig ausgebreitet habe. Es wäre,

*) Der Referent in den citirten „Forstlichen Mittheilungen des k. bair. Ministerial-Forstbureau“ bemerkt ausdrücklich, dass er in seinen „früheren Dienstverhältnissen ähnliche Erscheinungen“ an der Lärche zu beobachten Gelegenheit gehabt habe.

wenn auch nicht in praktischer, so doch in wissenschaftlicher Beziehung höchst interessant und daher sehr wünschenswerth, dass überall, wo diese Krankheit bisher aufgetreten ist, deren Anfang möglichst genau ermittelt (was wohl noch am ehesten durch Zuwachsuntersuchungen an kranken und abgestorbenen Stämmen geschehen könnte) und in den Alpenländern (namentlich auch in der Schweiz, in Piemont und den französischen Alpen, in der Dauphiné, wo, wenn ich nicht irre, bedeutende Lärchenbestände vorhanden sind, nachgeforscht werde, ob dieselbe Krankheit auch in der eigentlichen Heimath der Lärche vorkommt oder vorgekommen ist.

2. Aeusseres Ansehen der kranken Lärchen. Wirkung der Krankheit.

Das erste Symptom der Krankheit, welches bald schon im Frühling während des Austreibens der Nadelbüschel, bald erst im Laufe des Sommers bemerkbar wird, ist das Gelbwerden und Verwelken der Nadeln. Bei bisher gesund gewesenen Lärchenbäumen erkranken zunächst häufig nur einzelne Aeste, oder auch, obwohl selten, die Wipfel, die durch die gelbe Färbung ihrer Nadeln schon von weitem in die Augen fallen. Man wird dann gewöhnlich unterhalb des Punktes des Astes oder Zweiges, wo die gelben Nadelbüschel ihren Anfang nehmen, einen Harzausfluss aus einer aufgeborstenen oft abnorm verdickten Rindenstelle oder wohl gar schon eine ausgebildete Krebsstelle (s. unten) finden, während sonst der ganze Baum noch vollkommen gesund erscheint und oft auch wirklich noch ist. Die befallenen Zweige oder Aeste sterben nun in der Regel rasch von ihren Spitzen her ab, zunächst bis zu jenen Stellen, wo das Harz ausgeflossen ist oder sich krebsartige Schorfe gebildet haben. Häufig aber kann man an solchen absterbenden Zweigen oder Aesten weder Harzausfluss noch Krebsstellen bemerken, dann pflegt der Sitz der Krankheit an der Ursprungs- oder Ansatzstelle der Zweige und Aeste zu sein, deren Rinde man immer mehr oder weniger abnorm verdickt finden wird. Ja, es löst sich hier wohl schon die völlig vertrocknete Rinde vom Holze, während sie sonst an den Zweigen oder Aesten noch fest haftet. Bisweilen findet man auch die Rinde der ganzen Länge der jungen Aeste und Zweige nach aufgelockert und welk. Bald erscheinen die untersten noch benadelten Aeste zuerst ergriffen, bald die mittleren, bald diejenigen des Gipfels, seltner beginnt das Welken und Absterben der Zweige an verschiedenen Stellen der ganzen Krone. Bei stark befallenen Bäumen tritt bald Wipfeldürre ein, auch wenn am Stamme unterhalb des Wipfels

kein Harzausfluss und keine Krebsstelle vorhanden ist, was übrigens sehr häufig vorkommt. In dem Maasse, als die Aeste abzusterben fortfahren, bilden sich am Stamme (durch Adventivknospenentwickelung) mehr und mehr Nadelbüschel und Stammsprossen, oft mit sehr kräftigen und langen Nadeln aus. Das tritt meist schon im ersten Jahre des Erkranktseins und wenn erst wenige Zweige abzusterben anfangen ein, und zwar sowohl bei frei oder räumlich stehenden Lärchen als bei in Schluss befindlichen. Je mehr die Krone abstirbt, desto mehr solcher Stammsprossen werden, besonders am mittleren Theile des Stammes entwickelt. Dergleichen Lärchen bieten, zumal wenn sie, was gewöhnlich doch nicht immer der Fall ist, am Stamm und den abgestorbenen Aesten mit Laub- und Bartflechten bedeckt sind, einen ebenso seltsamen als traurigen Anblick dar. Aus der Ferne erscheinen sie ganz todt, grauweiss, in der Nähe betrachtet dagegen gewahrt man eine Menge oft gedrängt stehende grünbenadelte kurze und lange Stammsprossen zwischen den ganz oder grossentheils abgestorbenen oft wunderlich gekrümmten Aesten, von denen die stärkeren noch nicht ganz todten auch wohl noch einzelne solche Sprossen und Nadelbüschel getrieben haben, die aus dem grauen Flechtenfilz hervorgucken. Der obere Theil der Krone solcher Lärchen pflegt bereits ganz abgestorben zu sein. Im letzten Stadium der Krankheit pflegt der dem Tode nahe Baum als letzte Lebensäusserung oder so zu sagen Kraftanstrengung im Juni nur noch einzelne fadenförmige, dünn benadelte schlaffe Stammsprossen zu treiben, die noch vor Ende der Vegetationsperiode welken, womit sein Leben erlischt.

Ich habe im Vorstehenden den langsamen (chronischen) Verlauf der Krankheit geschildert, wo dieselbe mehrere (bis 7, vielleicht noch mehr) Jahre dauern kann, ehe ihr der Baum unterliegt. Es giebt aber auch eine rasche (acute) Form der Krankheit, wo das Absterben der Lärchen entweder schon im ersten Jahre der Krankheit (d. h. wo die Symptome der Krankheit bemerkbar werden) oder nach zwei- bis mehrjährigem Erkranktsein plötzlich erfolgt. In diesem Falle verwelken bei Lärchenbäumen fast alle Nadelbüschel noch während oder gleich nach deren Entwickelung im Frühling, worauf der Baum entweder gleich abstirbt oder im Juni noch Stammsprossen treibt und später dennoch eingeht; Lärchenpflanzen dagegen, gleichviel ob schwächliche oder kräftige, werden entweder gleich im Frühling oder im Laufe des Sommers trocken, ohne Stammsprossen zu treiben. Ob sehr junge (1—3jährige) Pflanzen von der Krankheit befallen werden, weiss ich nicht; am Harz, wo überhaupt das Erkranken und Absterben von Lärchenpflanzen (von ganzen Saatcämpen!) zuerst vorgekommen zu sein scheint, und wo diese Calamität erst in diesem Jahre eingetreten

ist, waren die erkrankten oder bereits todten Pflanzen, die ich gesehen habe, mindestens 4—5jährig*). Bei dergleichen Pflanzen ist am Stamm und den Aesten häufig keine abnorme Erscheinung wahrzunehmen, dagegen pflegt dann die Stammbasis (der sogenannte Wurzelhals oder Wurzelknoten), desgleichen die Pfahlwurzel kolbig, wenn auch nicht auffallend, verdickt und hier die Rinde aufgelockert und von Harz strotzend zu sein (s. unten). Oft findet man aber auch bereits bei solchen jungen Lärchen Rindenanschwellungen mit Harzausfluss, selbst Krebsstellen, wie bei ältern Lärchen. Dann stirbt die Pflanze oberhalb dieser Stellen von der Spitze aus ab, während im ersten Falle die Pflanze von oben bis unten sehr rasch trocken wird. Bei älteren Lärchenpflanzen mit 1—1½ Zoll starken Stämmchen springt dann bisweilen die Rinde am untern Stammende breit und unregelmässig auf (ohne Harzausfluss) und vertrocknet.

Die mehrfach erwähnten Krebsstellen bilden sich folgendermaassen. Meist um die Ansatzstelle eines Zweiges herum, seltener unter oder über einem solchen entstehen an jüngern (wie es scheint mindestens 3jährigen) Aesten oder Stämmchen längliche, etwas eingesunkene Flecken mit glatter mattglänzender Oberfläche und wulstigen Rändern. Letztere sehen aus, als ob sie über die Rinde gelegt wären (Taf. XI, Fig. 3). Hagelflecken, mit denen die beschriebenen Flecken verwechselt werden könnten, unterscheiden sich von diesen dadurch, dass sie stets von zerrissener Oberhaut oder Rinde umgeben und ihre Ränder nicht wulstig aufgetrieben sind (Fig. 1, a). Bald platzt längst der wulstigen Ränder, gewöhnlich nur auf der einen Seite, die Rinde auf, worauf Harzausfluss erfolgt, bis sich später der entstandene mehr und mehr klaffende Riss mit erstarrendem Harz anfüllt. Bleibt der betreffende Ast oder Stamm am Leben, so vergrössert sich der entstandene Fleck wegen des Stärkezuwachses der Axe von Jahr zu Jahr. Die entstandenen Rindenrisse müssen natürlich durch den Stärkenzuwachs mehr und mehr erweitert und

*) Das Erkranken und Absterben von Lärchenpflanzen ist eine ebenso auffallende als betrübende Erscheinung. Denn sollte diese Calamität überhand nehmen, so würde es bald gar nicht mehr möglich sein, Lärchen anzubauen. Ich habe am Harz zwei Lärchensaatcämpe besucht (einen im Gernröder Revier, Abth. 49 und einen im Güntersberger Revier, Abth. 35), wo der Wuchs der Lärchen (im ersten Campe 7—10jährige, im zweiten 5jährige) bis zu diesem Jahre nichts zu wünschen übrig gelassen hatte, denn die Pflanzen des zweiten Camps, von denen ich schon im Juni 9 Stück zugesandt erhalten hatte, und die nunmehr fast alle abgestorben waren, maassen 3½—4 Fuss in der Länge, während die Lärchen des ersten Camps bis über mannshoch waren. Weniger kräftig und von buschigem Wuchs (vielleicht in Folge von Verbeissung, denn die Krankheit hatte erst im vorigen Jahre begonnen) waren die ebenfalls 5jährigen, aber nur bis 18 Zoll hohen Saatcamppflanzen, welche ich im Mai vom Herrn Forstmeister Geitel erhielt. Beide von mir besuchten Cämpe befanden sich in ebener Lage, umschlossen von Hoch- resp. Mittelwald, auf fruchtbarem, tiefgründigem, wenn auch etwas bindigem Boden.

auch neue gebildet werden. Dadurch wird immer neuer Harzausfluss und die Bildung grösserer erstarrter Harzklümpchen in den Rissen veranlasst (Fig. 2, h). Indem nun die Pflanze das Bestreben hat, die kranke Stelle zu überwallen, auf deren Fläche aber das Rindengewebe sammt den darunter liegenden Cambium und Splint sehr bald abstirbt, so verdicken sich die Ränder der kranken Stelle immer mehr. Es bilden sich unregelmässige Wülste, die wieder aufspringen und verharzen, während die nunmehr tiefer eingesunkene Fläche der kranken Stelle vertrocknet und schwärzlich, oft wie berusst, erscheint. Dieses Stadium ist es, welches Hartig den Rinden- oder Splintkrebs genannt hat. Dergleichen Krebsstellen, welche oft von wunderlich zerfressenen, mit Harzknollen besetzten, unregelmässig wulstigen Rändern umgeben sind, können, wenn anders der Stamm oder Ast zu vegetiren fortfuhr, eine Länge und Breite von mehrern Zollen erreichen; ja ich habe an 4—5zölligen Lärchenstämmen alte Krebsstellen von 6 Zoll Länge und 3 Zoll Breite gefunden. Der Zweig, welcher in oder über einer solchen Krebsstelle steht, wird rasch trocken. Während der Entwickelung der Krebsstelle bildet sich an der entgegengesetzten Seite des Astes oder Stämmchens eine Anschwellung, welche von Jahr zu Jahr zunimmt, indem fortan nur an dieser Seite der jährliche Zuwachs an Holz angesetzt wird, weshalb der Querschnitt durch eine Krebsstelle blos zur Hälfte oder noch nicht einmal zur Hälfte entwickelte, sich auskeilende Jahrringe zeigt (Fig. 3, a. 4). Auch ist an dieser Seite, wie an den Rändern der Krebsstelle die Rinde stets abnorm verdickt und stark verharzt. In Folge dieses einseitigen Zuwachses müssen sich natürlich keulenförmige Anschwellungen (Geschwülste) an mit Krebsstellen behafteten Aesten und Stämmen bilden, welche einem aufmerksamen und geübten Beobachter schon von fern in die Augen fallen. Bilden sich mehrere Krebsstellen in geringer Entfernung von einander an einem Ast oder Stamm, so stirbt derselbe sehr rasch ab, wenigstens oberhalb der Krebsstellen und es vermögen sich dann letztere wegen mangelnden Zuwachses der Axe nicht mehr oder nur noch sehr unbedeutend zu vergrössern. Wo nur eine Krebsstelle vorhanden, so erfolgt das Absterben der Axe, wie wir schon gesehen haben, nicht so bald; ja es kann die kranke Stelle ganz ausgeheilt werden, wofür mir mehrere Beispiele vorgekommen sind.

Auf den jungen glatten Krebsstellen, besonders aber an deren aufgetriebenen Rändern, brechen bei Zeiten kleine weissliche Pusteln hervor, welche sich allmälig vergrössern und von denen einzelne sich schliesslich in mittelst eines sehr kurzen dicken Stieles der Oberfläche aufsitzende schüsselförmige Organe mit weisser filziger Aussenfläche und glatter lebhaft orangeroth gefärbter Innenfläche umgestalten (Fig. 1). Das ist die „rothe warzige Flechte" der hessischen

Berichterstatter. Theils der Mangel des bei Flechten stets vorhandenen Thallus (Flechtenlagers), theils die mikroskopische Untersuchung belehrten mich sofort, dass diese schüsselförmigen Organe keine Flechtenfrüchte, sondern vielmehr die Fruchtkörper (Sporenträger) eines Scheibenpilzes (Discomyceten) seien, den Herr Dr. Rabenhorst als *Corticium amorphum* Fr. (*Peziza amorpha* Pers.) bestimmt hat. In welchem Zusammenhang dieser nicht allein an den Krebsstellen, sondern auch an andern Punkten der absterbenden Aeste und Stämme hervorbrechende, den Mykologen längst bekannte, aber, wie es scheint, früher auf Lärchen nicht beobachtete Pilz mit der Lärchenkrankheit steht, soll in den nächsten Abschnitten erörtert werden. Noch sei bemerkt, dass ebenso, wie der genannte Pilz nicht blos an den Krebsstellen, sondern auch anderwärts hervorbricht, auch ein Aufreissen der Rinde und Harzausfluss ausser an sich bildenden Krebsstellen auch an andern Punkten oft genug vorkommt.

Die verderbliche Wirkung der Krankheit ist im Vorstehenden bereits genügend geschildert worden. Sie ist eine dreifache. Entweder stirbt nämlich die befallene Lärche ganz ab — der gewöhnlichste Fall — bald plötzlich bald allmälig, oder theilweis, in welchem Falle sie zu einem Krüppel wird und ein solcher zeitlebens bleibt (an ausgeheilten Krebsstellen entstehen bisweilen Kollerbesen in Folge massenhafter Adventivknospenbildung), oder — vielleicht der seltenste Fall — die Krankheit wird ohne wesentliche Störung des Wuchses überwunden, hat dann aber wenigstens einen starken Zuwachsverlust zur Folge.

Schliesslich sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass das Trockenwerden und Absterben einzelner Lärchen auch von andern Ursachen herrühren kann und nicht etwa stets durch die hier nach ihren äussern Symptomen geschilderte Krankheit veranlasst werden muss. Ebenso gut, wie ein Trockenwerden einzelner Fichten, Kiefern u. a. Holzarten in Folge von grosser Dürre auf trocknem Boden oder in Folge von Wurzellockerung durch Stürme, oder (bei jüngeren Bäumen und bei Pflanzen) durch Frost bewirkt werden kann — von Insecten- und Wildbeschädigungen wollen wir hier ganz absehen — wird auch bei Lärchen dasselbe eintreten können. Auch habe ich am Harz beobachtet, dass bei jungen Lärchen auch ein Eingehen durch Harzüberfülle und Harzausfluss am Wurzelknoten — dieselbe Erscheinung, welche bereits seit längerer Zeit bei jungen Fichten und Kiefern beobachtet, aber noch nicht aufgeklärt, übrigens auch von einem unter der Rinde wuchernden, noch nicht genau untersuchten Pilze begleitet ist*) — erfolgen

*) Vgl. Verhandlungen des Harzer Forstvereins, Jahrg. 1864, S. 59 f.

kann. Diese letztere Erscheinung, ebenfalls ein abnormer kranker Zustand, hat mit der hier geschilderten Lärchenkrankheit nichts gemein. Dasselbe gilt von den an der Ansatzstelle von Zweigen nicht selten vorkommenden verharzten Anschwellungen und Harzausflüssen, welche der Frass der Raupe von *Tortrix Zebeana* veranlasst, in Folge dessen übrigens auch ein Welken der Nadeln und Absterben der Zweige eintreten kann. Es geht aus diesen Mittheilungen hervor, wie sorgfältig man bei absterbenden oder abgestorbenen Lärchen nachzuforschen hat, um nicht die eine Erscheinung mit der andern zu verwechseln und nach localen Standortsverhältnissen und Vorkommnissen sofort einen Schluss auf die Ursache der hier behandelten Krankheit zu ziehen.

3. Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung der kranken Lärchen.

Der Sitz der Krankheit ist die Rinde, sei es am Stamm, sei es an den Aesten, sei es am Wurzelhalse oder an der Pfahlwurzel. Zum Verständniss der Veränderungen, welche in der Rinde stattfinden, muss daher zunächst der Bau der gesunden Lärchenrinde erörtert werden. Ueberhaupt habe ich bei meinen seit dem Mai bis Mitte August tagtäglich fortgesetzten mikroskopischen Untersuchungen der kranken Lärchen stets gesunde vergleichungshalber mit untersucht.

a. Bau und Beschaffenheit der Rinde gesunder Lärchen.

Den Bau der Lärchenrinde haben bereits Schacht*) und H. v. Mohl**), letzterer jedoch vorzugsweise bezüglich der in der Rinde vorkommenden Harzbehälter, geschildert. Von beiden ist jedoch das eigenthümliche Bastgewebe der Rinde nicht gehörig berücksichtigt worden. Im Allgemeinen stimmt der Bau der Lärchenrinde mit derjenigen der Kiefernrinde überein. Der junge, eben entwickelte Junitrieb (Langspross) erscheint zu äusserst von einer aus dickwandigen, in der Längenrichtung des Sprosses gestreckten, spärlich getüpfelten, fest zusammenschliessenden und sehr stark abgeplatteten Zellen zusammengesetzten Oberhaut bedeckt, welche, da sie keine

*) Vgl. Schacht, der Baum (Berlin, 1853) S. 226.

**) v. Mohl, Ueber die Gewinnung des venetianischen Terpenthins. In: Botanische Zeitung, Jahrg. 1859, No. 40.

Spaltöffnungen enthält, meiner Ansicht nach als Epiblema bezeichnet werden sollte (Taf. XII, Fig. 14). Die darunter befindliche (primäre) Rinde besteht aus dünnwandigen, locker verbundenen Parenchymzellen, welche Chlorophyll enthalten. In diesem Gewebe liegt auch (auf dem Querschnitt betrachtet) ein Kreis von linsenförmigen Harzbehältern mit flüssigem Terpenthin. Ausserdem befinden sich in jedem Nadelkissen 1—2 Harzkanäle unter der Oberhaut, welche auch noch bei dem 2—3jährigen Zweige vorhanden sind (Fig. 7, ak; 8, h). Durch die sehr zeitig (schon während der ersten Vegetationsperiode) eintretende, unter der Oberhaut stattfindende Korkentwickelung wird erstere bald mehr oder weniger zerstört, bleibt aber in diesem Zustande noch Jahre lang an den glattberindet erscheinenden Aesten oder Stämmchen. Es werden nämlich die Oberhautzellen hin und wieder aus einander gerückt, so dass sich zwischen ihnen Spalten (natürlich mikroskopische) bilden (Fig. 15, a); auch entstehen in den nach auswärts gekehrten Wandungen zahlreiche Löcher und Risse (Fig. 15). Die Rinde vor- und zweijähriger Zweige oder Stämmchen enthält bereits alle in der älteren Rinde vorkommenden Elementarorgane (Fig. 7). Unter der im Querschnitt betrachtet engzelligen Oberhaut liegen mehrere Schichten weiter dünnwandiger, innig verbundener, leerer Korkzellen (Fig. 7, 8, ak, ik), welche auch die in den Nadelkissen enthaltenen Harzkanäle begrenzen. Innerhalb dieser Korkschicht hat sich aber eine Schicht Periderma (Lederkork) ausgebildet (Fig. 7, 8, b), welche aus höchst eigenthümlich geformten, mit dickwandigen, fingerartigen Fortsätzen in einander greifenden und innig verbundenen Zellen besteht (Fig. 10, 11). Durch diese Peridermaschicht wird das vor derselben (nach aussen hin) gelegene Kork- und Oberhautgewebe mehr und mehr zum Absterben gebracht und endlich (nach v. Mohl etwa im fünften Jahre) abgestossen*). Das hierdurch freigelegte Periderma bildet von nun an (nach v. Mohl etwa bis zum 18. Jahre) dünne, abwechselnd aus dick- und dünnwandigen Zellen bestehende Schichten, welche sich in der Form dünner Borkenschuppen abblättern.

Die innere, grünlich- bis gelblichweiss gefärbte Rinde, in welcher der aus den Nadeln herabkommende bereits in der Assimilation begriffene Saft circulirt und weiter verarbeitet wird, besteht bei vorjährigen Zweigen nach aussen hin aus ziemlich dünnwandigen, rundlichen oder unregelmässigen, sehr locker verbundenen, im Sommer von Chlorophyll strotzenden, ausser-

*) Nach v. Mohl soll sich die erste Peridermaschicht „zwischen dem die Harzkanäle enthaltenden oberflächlichen Gewebe der Blattkissen und der unterliegenden grünen parenchymatosen Rinde" bilden; ich habe immer (bei vorjährigen Zweigen) die Peridermaschicht innerhalb des Korkgewebes vorgefunden.

dem eine feinkörnige, mit Chlorzinkjod sich goldgelb färbende Masse (Proteinverbindungen oder Protoplasma?) enthaltenden Zellen, zwischen denen eigenthümliche seltsam verzweigte, überaus dickwandige Bastzellen eingebettet liegen (Fig. 9, b, 13). Schacht, welcher diese den Bastzellen der Weisstanne sehr ähnlichen Zellen auch gesehen hat, während sie v. Mohl nicht erwähnt, behauptet, dass sich derartige Zellen später nicht mehr bilden, sondern sich „einige der bis zum 8. oder 10. Jahre nicht verholzten Bastzellen zu langen, stark verdickten und verholzten, nicht verzweigten Zellen" entwickeln. Das Letztere ist allerdings richtig, aber verzweigte Bastzellen bilden sich später auch noch, denn ich habe dergleichen noch in der ältern Grünschicht 20- und mehrjähriger Lärchenstämme angetroffen (Taf. XI, Fig. 6, b). Und zwar erscheinen dieselben sowohl in der Längen- als Querrichtung der Axe zwischen die parenchymatischen Zellen des Rindengewebes eingelagert. Die allerdings erst später zur Entwickelung gelangenden, in der Grünschicht älterer Lärchen überaus häufigen unverzweigten, stets stark verholzten Bastzellen, welche eine bedeutende Grösse erreichen (Taf. XII, Fig. 12) und daher schon mit unbewaffnetem Auge, dem sie sich als glänzende gelbliche Stäbchen oder Nadeln von 1—2 Linien Länge darstellen, zu erkennen sind, scheinen immer senkrecht in der Rinde zu liegen. Der innere Theil der Grünschicht besteht aus Bastgewebe (Bastschicht), welches ausser aus den eben geschilderten dickwandigen Bastzellen aus zahlreichen dünnwandigen und locker verbundenen Bastparenchym- und Gitterzellen zusammengesetzt ist. Letztere, von sehr ausgezeichnetem Bau, habe ich bei keinem Schriftsteller beschrieben oder nur erwähnt gefunden. Es sind rundliche oder unregelmässige Zellen, welche an einzelnen Stellen ihrer Wandungen grosse rundliche, mit einem zierlichen Fasergeflecht bedeckte Tüpfel besitzen (Taf. XIII, Fig. 20, g), während andere Wände gänzlich mit solchem Fasergeflecht bedeckt erscheinen. Ob die Zwischenräume der Maschen offen oder durch eine zarte Membran (die primäre Zellenmembran) geschlossen sind, ist mir nicht gelungen, zu ermitteln. Wohl aber habe ich beobachtet, dass die Myceliumfäden des weiter unten zu schildernden Pilzes häufig durch die Maschen dieser Geflechte aus einer Zelle in die andere hinübergehen. Die Bastparenchym-, wie auch die Rindenparenchymzellen, sind getüpfelt; in ersteren, desgleichen in den Gitterzellen findet man zu Anfange des Sommers reichliche Proteinmasse, gegen das Ende der Vegetationsperiode dagegen (im September) ausser derselben Masse sehr reichlich entwickelte Stärkekörner, welche auch während des Winters und bis zum Frühling darin abgelagert bleiben. Die während der Vegetationsperiode aus dem Cambiumcylinder sich entwickelnde junge (neue) Rinde besteht aus engen dünnwandigen, von

Protoplasma strotzenden, radial zusammengedrückten Zellen, welche in radiale Reihen geordnet erscheinen, zwischen denen sich hin und wieder eine Reihe Markstrahlzellen (Rindenmarkstrahlzellen, Fortsetzung der Holzmarkstrahlen) befindet (Fig. 9, jr). Aus diesen Zellen gehen fast lauter Bastparenchym-, Gitter- und Bastzellen hervor, weshalb die Grünschicht älterer Lärchen vorzugsweise aus Bastgewebe zusammengesetzt ist. Die Rindenmarkstrahlzellen enthalten schon Anfang Juli Stärkekörner. Desgleichen kann man um diese Zeit in den angrenzenden Markstrahlen des jungen Holzes, dessen eckige Zellen ebenfalls mit Protoplasma gefüllt sind (Fig. 9, jh), bei Behandlung mit Jodlösung Spuren von Stärkeablagerung wahrnehmen. Während des Winters strotzen auch die Holzmarkstrahlen von Stärke. Die in dem Bastgewebe der Rinde während des Sommers sich ablagernde Stärke scheint, wenigstens zum Theil, durch die Chlorophyllkörner der äusseren Grünschicht gebildet zu werden. Denn behandelt man dieselben mit Jod, so färbt sich ihr Centrum wie fast das ganze Chlorophyllkorn mit Ausnahme des durchscheinenden und grünlich bleibenden Randes dunkelblau*).

Die oben erwähnten, in dem Rindenparenchym des jungen Triebes befindlichen, aber auch noch bei vorjährigen Zweigen in der Grünschicht erhaltenen Harzkanäle, welche auf dem Querschnitt in einen Kreis gestellt erscheinen (Fig. 7, g), verlaufen der Länge des Zweiges nach, bilden also (bei aufrechter Stellung der Axe) senkrechte Röhren. Das in ihnen enthaltende flüssige Harz (Terpenthinöl), welches bei Querschnitten durch junge Zweige tropfenweis hervorquillt und einen sehr angenehmen Geruch besitzt, wird sowohl bei ihnen als bei den in den Nadelkissen befindlichen, ebenfalls senkrecht gestellten, aber bald (nach der Ausbildung der absperrenden Peridermaschicht) zusammenfallenden und vertrocknenden Harzkanälen durch kleine den Kanal umgebende Zellen ausgeschieden, welche bald vollkommen verharzen und dann nicht mehr unterscheidbar sind (Fig. 8, h). Während die Harzkanäle der Nadelkissen im Querschnitt stets rundlich oder ellyptisch erscheinen, sind diejenigen der Grünschicht, wenigstens später, unregelmässig (Fig. 9, rh). v. Mohl nennt wahrscheinlich deshalb diese senkrechten Harzbehälter der Grünschicht Harzlücken. Bei älteren Lärchen, nach v. Mohl etwa vom 18. Jahre an, um welche Zeit die Bildung einer dickschuppigen Barke beginnt, in welche nach wenigen Jahren das gesammte eigentliche Rindenparenchym (die äussere oder wirkliche Grünschicht) mit den in ihm befindlichen senkrechten Harzlücken umgewandelt wird, worauf

*) Also ganz so, wie bei den stärkebildenden Chlorophyllkörnern der Fichtennadel. Vgl. meine Abhandlung über den Fichtennadelrostpilz und dessen Verhalten zum Stärkemehl der Fichtennadel (s. oben S. 135).

die Grünschicht fast nur noch aus dem geschilderten Bastgewebe besteht, welches unter der braunen im Absterben begriffenen äussern Rinde eine saftige, gelblichweisse Schicht darstellt, sollen sich nach v. Mohl in dieser horizontale (radial gestreckte) Harzlücken ausbilden. Diese horizontalen Harzlücken, auf welche v. Mohl zuerst aufmerksam gemacht hat, fangen aber bereits im zweiten Jahre zu entstehen an. Sie bilden sich in der Bastschicht vor einem Theil der in der Rinde sich fortsetzenden Markstrahlen durch Auseinanderweichen der radialen Zellenreihen des jungen Bastgewebes (Fig. 9, hh) und erscheinen oft als die unmittelbaren Verlängerungen der in den grösseren Markstrahlen des Holzes befindlichen, ebenfalls horizontalen Harzbehälter. Die Rinde der Lärchen enthält also bis etwa zum 18. Jahre verticale und horizontale, später blos horizontale Harzlücken.

Schliesslich sei noch auf einige mikrochemische Reactionen aufmerksam gemacht, weil dieselben für die Beurtheilung der in der Rinde kranker Lärchen stattgefundenen Veränderungen maassgebend sind. In Anfang Juli gemachten Querschnitten aus vorjährigen Trieben färbt Chlorzinkjodlösung die Wandungen der Oberhautzellen, der die Harzkanäle der Nadelkissen umgebenden harzabsondernden Zellen und der jüngsten Holzzellen sammt deren Inhalt intensiv goldgelb, die Wandungen der leeren Korkzellen gelb, diejenigen des jungen (neuen) Rindengewebes, theilweis auch die Wände der Parenchymzellen der vorjährigen Grünschicht schön purpurblau. Die Chlorophyllkörner der Grünschicht, welche namentlich in den an das Korkgewebe und die Harzlücken grenzenden Parenchymzellen sehr zahlreich enthalten sind, färben sich mehr oder weniger dunkelblau, ebenso wie bei Berührung mit einfacher Jodlösung. Das Millon'sche Salz (salpetersaures Quecksilberoxydoxydul) färbt die Wände der Holzzellen, namentlich diejenigen des vorjährigen Holzes lebhaft und prächtig orangeroth, diejenigen der Oberhautzellen mehr ziegelroth mit Ausnahme der gelblich bleibenden cuticularisirten äussern Schichten der Aussenwandung. Die der innern Korkschicht zugekehrte äusserste Schicht der Rindenparenchymzellen, desgleichen einzelne stets in Richtung der Jahrringe parallele Streifen von Rindenparenchym und Bastparenchymzellen lassen bei Anwendung obigen Reagens an ihren Wandungen eine lebhaft ziegelrothe, an ihrem feinkörnigen Inhalt eine hellröthlichbraune Färbung erkennen. Da nun Eisenchloridlösung die Innenwandung derselben Zellen schwarzblau färbt, so müssen diese Zellen Gerbstoff enthalten. Die Reaction auf Gerbstoff tritt auch in vielen Zellen des jungen Holzes und in einzelnen Zellen des Marks hervor. Hier färben sich nicht allein die Innenwände der Zellen, sondern auch die in die Zellenwandung sich hinein erstreckenden Tüpfelkanäle schwarzblau.

b. Beschaffenheit der Rinde kranker Lärchen.

Längs- und Querschnitte durch die abnorm verdickte Rinde in der Umgebung der Krebsstellen oder an der Ursprungsstelle von Zweigen und Aesten oder an kolbig angeschwollenen Wurzelhälsen und Pfahlwurzeln (junger Lärchen) lassen stets erkennen, dass das mehr oder weniger stark gebräunte Rindengewebe von Harz durchdrungen, so zu sagen damit getränkt ist, weshalb sich dergleichen Rinde wie Speck schneidet. Dünne Querschnitte durch solche Rindenstellen zeigen unter dem Mikroskop schon bei geringer Vergrösserung ein zusammengeschrumpftes und mannigfach zerstörtes Gewebe mit erweiterten, wohl auch zerrissenen Harzlücken. Bei Anwendung einer 3—500fachen Vergrösserung gewahrt man, dass die einzelnen Rindenparenchym-, Bastparenchym- und Gitterzellen, so weit sie überhaupt noch erhalten erscheinen, collabirt und mit einer krumigen gelb- bis rothbraunen Masse angefüllt sind, dass sich zahlreiche Hohlräume in Folge von Zerreissung des Gewebes gebildet haben und mehr oder weniger zahlreiche farblose, mit gelblichen, bei gewisser Einstellung des Mikroskops dunkel erscheinenden Körnchen angefüllte verzweigte Fäden durch jene Hohlräume, sowie zwischen den Zellen und durch diese selbst sich hinziehen, Fäden, welche jeder Mykolog sofort als Schläuche eines Pilzmyceliums erkennen wird. In Querschnitten aus den wulstig verdickten Rändern der Krebsstellen, zumal solchen, wo die jugendlichen Früchte des oben genannten *Corticium amorphum* durchzubrechen anfangen, zeigt sich dieses Mycelium in reichlichster Menge entwickelt, ja ganze mit dichten, weisslichen Myceliumgeflechten erfüllte Hohlräume (Taf. XI, Fig. 6, c), und leicht kann man sich überzeugen, dass aus solchen Myceliengeflechten, nur aus noch dichter verfilzten, auch die Stiele der Sporenträger des genannten Pilzes bestehen. In der That sind da, wo äusserlich die schüsselförmigen Sporenträger des *Corticium* ausgebildet erscheinen, alle Gewebe der hier entweder bereits todten oder im Absterben begriffenen Rinde, von zahllosen Myceliumfäden durchwuchert und die zahlreichen grösseren und kleineren in Folge von Zerreissung und Resorption des Zellgewebes entstandenen Hohlräume so dicht mit Geflechten desselben Myceliums erfüllt, dass sie bei geringer Vergrösserung ganz weiss aussehen (Fig. 5, d). Dasselbe Mycelium, dessen Schläuche bezüglich ihrer Breite sehr variiren (s. den nächsten Abschnitt), findet man in allen kranken Rindenstellen der Zweige, des Stammes und der Wurzeln und auch in den bereits vollkommen todten und dürren Zweigen und Aesten, deren Rinde sich von dem trocken gewordenen Holz-

körper ablöst und so mürbe ist, dass sich durch dieselbe keine zusammenhängenden Schnitte mehr herstellen lassen, wird man Reste dieses Myceliums niemals vermissen. Desgleichen enthält das aus Rindenrissen in der Umgebung der Krebsstellen oder anderwärts ausfliessende frische Harz stets dergleichen Myceliumfäden und andere jenem Pilz angehörende Organe, ja erstarrte Harzklumpen sind oft förmlich durchdrungen von dichten Myceliumgeflechten, welche hier, ähnlich wie in Bernstein eingeschlossene Insecten, unverändert erhalten bleiben (Taf. XIII, Fig. 22).

Aber nicht allein das stark gebräunte, im Absterben begriffene oder bereits abgestorbene Rindengewebe der augenscheinlich kranken oder todten Aeste und Stämme, in welchen auch die Harzlücken, desgleichen — bei 2—3jährigen Zweigen — die Harzkanäle der noch vorhandenen Nadelkissen oft mit Myceliumgeflechten angefüllt sind, während in den Korkschichten nur Spuren von älteren Myceliumfäden wahrgenommen werden können, erscheinen von dem Mycelium des *Corticium amorphum* mehr oder weniger durchwuchert; selbst in dem anscheinend noch gesunden, saftigen, gelbweissen Bastgewebe, welches stets unter der äussern auch in gesunden Stämmen braunen Rinde liegt, wird man in der Nähe der äusserlich krank aussehenden Stellen dasselbe Mycelium bei sorgfältiger Untersuchung niemals vermissen. Freilich ist es hier viel schwerer zu erkennen, als in dem bereits zerstörten Gewebe, weil hier die Hohlräume fehlen, durch welche in der Regel wenigstens einzelne wie ausgespannte Fäden erscheinende Myceliumschläuche hindurchgehen, wenn sie nicht gar mit Myceliumgeflechten erfüllt sind. Sogar entfernt von augenscheinlich kranken Stellen (jungen und alten Krebsstellen, Harzausflüssen, Rindenanschwellungen, angeschwollenen Ast- und Zweigbasen u. s. w.) habe ich in absterbenden und auch in erst wenig erkrankten Lärchen jedes Alters oft genug in der scheinbar noch völlig gesunden Rinde Spuren dieses Pilzmyceliums aufgefunden und dann zwar immer das jugendliche, aus überaus zarten Fäden bestehende Mycelium. Man sieht dann auf Quer- und Längsschnitten, dass die Myceliumfäden in den zwischen den Zellen befindlichen Intercellulargängen hinlaufen (Fig. 20, m). Später dringen sie durch die Wandungen der Zellen, diese gewaltsam durchbrechend, in das Innere der Zellen ein (Fig. 21), wobei sie in Gitterzellen, wie schon oben bemerkt, gern die Maschen des Fasergeflechts der Tüpfel und Wände benutzen. Schon in solchem, noch gar nicht zerstörten und gebräunten und anscheinend ganz gesunden Rindengewebe lässt eine 600fache Linearvergrösserung einzelne sehr kleine sich bewegende Körnchen erkennen, welche je nach der Einstellung des Mikroskops bald gelblich, bald schwärzlich erscheinen. In grosser Menge finden sich diese Körnchen, welche nichts

anderes sind, als Micrococcusschwärmer (s. den folgenden Abschnitt), in den missfarbenen Flecken, welche sich bald in dem vom Mycelium bewohnten Bastgewebe oder — bei jüngeren Stämmchen, Aesten und Zweigen — in der Grünschicht bilden, sowie in dem stark gebräunten und von Harz durchdrungenen, ja selbst in dem bereits ganz abgestorbenen und innerlich zerstörten Rindengewebe*). Die Zerstörung des Zellgewebes erfolgt geradeso wie bei

---

*) Ich erlaube mir hier den speziellen Befund der mikroskopischen Untersuchung mehrer der im Mai und Juni ganz frisch vom Harz erhaltenen Lärchenpflanzen und Lärchenstämme mitzutheilen, weil daraus die Bedeutung des fraglichen Pilzes und die Rolle, welche derselbe bei der Lärchenkrankheit spielt, am besten erhellen dürfte. Ich wähle absichtlich solche Lärchen, welche äusserlich geringe Spuren der Krankheit zeigten. 1. Ein 14jähriger Stamm von 15 Fuss Länge und 2½ bis 2¾ Zoll Durchmesser am Grunde (der Stamm war hier nicht rund), mit Einschluss der hier stark verdickten (bis ¾ Zoll starken) Rinde (Nr. 4 der Braun'schen Sendung). Der Querschnitt des kräftig gewachsenen Stammes, welcher mit Ausnahme der untersten von den Zweigspitzen her absterbenden Aeste, an denen weder Harzausfluss noch Krebsstellen noch Corticiumfrüchte waren, ganz normal gebildet und reich benadelt erschien, zeigte 12 breite Jahrringe und 2 äusserst schmale (die beiden letzten). Bis 4 Fuss Höhe war die innere (vorjährige) Rinde (Bastschicht) vollkommen gesund, dann aber eine Strecke weit missfarben gefleckt und stellenweis gebräunt, ja abgestorben. An diesen Stellen war das Bastgewebe von Myceliumfäden des Corticiums durchzogen, auch wimmelte dasselbe von Micrococcusschwärmern, während in der äusseren älteren (vorvorjährigen) Rinde hier, wie auch unten am Stamme und an den Ansatzstellen der absterbenden Aeste und Zweige Reste von mittlerweile abgestorbenen Fäden desselben Myceliums sich wahrnehmen liessen. Fünfzehn Zoll höher war die ganze Rinde wieder anscheinend gesund, die äussere Zone der frischen saftigen Schicht grün von reichlichem Chlorophyll; es fanden sich aber hier einzelne von aussen her dunkel gebräunte Stellen, deren Gewebe Spuren zarter Myceliumfäden zeigte und von Micrococcus durchdrungen war. Einen Fuss weiter oben war wieder die Rinde fast ringsherum durch und durch todt, ihr Gewebe von alten Myceliumfäden durchzogen. Von der Mitte des Stammes an bis zum Wipfel, welches Stück in Abständen von 6 bis 10 Zoll untersucht wurde, war die Rinde bald ganz todt, bald die innere streckenweis noch frisch oder auch die äussere Schicht der innern Rinde frisch, die innere an das Holz grenzende gebräunt oder missfarben gefleckt. Alle gebräunten Stellen erschienen von Harz durchdrungen, von Micrococcus wimmelnd und von Myceliumfäden durchzogen. Die Rinde der von den Spitzen her absterbenden untern Aeste war an deren Ansatzstellen stark verdickt, ringförmig aufgesprungen und von dem Holzkörper losgetrennt. Auch diese Rinde zeigte sich von Myceliumfäden und Micrococcusschwärmern durchdrungen. In der Rinde der Aeste selbst, wie auch in den Kurztrieben (Hökern), auf denen die Nadelbüschel sitzen, war kein Mycelium, wohl aber Micrococcus zu erkennen. Die Krankheit hatte bei diesem Stamme, wie die plötzlich eingetretene Abnahme des Zuwachses bewies, vor 2 Jahren begonnen und den Stamm offenbar an verschiedenen Stellen befallen. In dem laufenden Jahre war von Anlegung eines neuen Jahrringes noch kaum eine Spur zu erkennen. In derselben Weise habe ich noch 3 andere vom Harz erhaltene Stämme von 14, 18 und 22 Jahren und verschiedene Stammstücke und Aeste kranker Lärchen vom Oederaner Walde untersucht, welche bereits Harzergüsse, Krebsstellen und Corticiumfrüchte zeigten und deren Rinde daher noch in viel stärkerem Grade von dem Mycelium des Pilzes durchwuchert war. — 2. Aeltere Lärchenpflanzen (5- und 9jährige) von Harzgerode (Nr. 2 der Braun'schen Sendung). Alle Pflanzen, 9 an der Zahl, kräftig und normal gewachsen, 38 bis 54 Zoll hoch, mit langen vorjahrigen Trieben, aber mit kurzen dürftigen zum Theil welkenden Nadelbüscheln, offenbar im Absterben begriffen. Jahrringe breit, mit Ausnahme des vor-

der Rothfäule theils durch Verzehrung der die Zellen verkittenden Intercellularsubstanz, theils durch Auflösung (Aufsaugung) der Zellenwände, in denen zunächst Risse, Spalten und Löcher entstehen. Dass dies durch den Pilz geschieht, ist augenscheinlich, denn die Myceliumfäden laufen nicht allein, wie schon bemerkt, durch die Intercellulargänge, sondern liegen auch innerhalb der Zellen, deren Wandungen sie durchbohren, den letzteren innig angeschmiegt, gleichsam angesaugt, an. Die dickwandigen und verholzenden Bastzellen, welche wohl niemals zerstört werden, denn man findet dieselben noch in ganz zerstörter und abgestorbener Rinde wohl erhalten, erscheinen an ihren Enden und Aesten oft förmlich umstrickt von Myceliumfäden (Fig. 23). Bei Zweigen, Aesten oder Stämmchen, welche der Länge nach mit einer schwammigen aufgelockerten Rinde bedeckt sind, erscheint diese oft überall von dem Mycelium durchwuchert, nur in diesjährigen Trieben habe ich dasselbe niemals aufzufinden vermocht. Ebensowenig habe ich in Nadeln, grünen wie gelbgewordenen und verwelkenden, Myceliumfäden oder Micrococcusschwärmer beobachtet.

Abgesehen von den bereits geschilderten zerstörenden Wirkungen, welche das Mycelium des *Corticium amorphum* innerhalb des Rindengewebes ausübt,

jährigen, welcher kaum halb so breit war, als die vorhergehenden; heuer kein Jahrring angelegt. Die Krankheit musste also im vorigen Jahre oder auch vor 2 Jahren begonnen haben. Die eine Pflanze mit noch ziemlich kräftiger Benadelung zeigte im Stamme unterhalb der Mitte 4 Krebsstellen, wo die Rinde sehr verdickt und aufgeborsten und von zahlreichen alten Myceliumfäden und Myceliumgeflechten des Corticium durchzogen war. Ein oberhalb der Krebsstellen gerade auf derselben Seite entspringender Zweig unterschied sich von den andern durch viel kürzere, kümmerlichere und gelbere Nadeln, die Rinde seines Bastes war von der obersten Krebsstelle her von Mycelium durchzogen und von Micrococcus durchdrungen. Eine andere Pflanze von 4½ Fuss Länge besass am unteren Theile des Stämmchens mehrere rundliche glatte Flecken mit erhabenen Rändern (junge Krebsstellen) und im mittleren Theile einige wulstig aufgetriebene Rindenstellen. Die an beiderlei Stellen abnorm verdickte Rinde war von Myceliumgeflechten durchzogen und wimmelte von Micrococcus; die wulstig aufgetriebenen Rindenparthieen und die Rinden der jungen Krebsstellen zeigten eine grosse Anzahl kleine durchbrechende weissliche Pilzkörper (Spermogonien, s. d. folg. Abschnitt), auch waren die hier entspringenden Zweige mit ebensolchen aus ihrer Rinde hervorbrechenden Körperchen grindartig bedeckt, ihre Rinde hier stark verdickt und von Mycelium durchwuchert. Die übrigen Pflanzen liessen keine Spuren von Krebsstellen u. s. w. wahrnehmen, wohl aber war bei ihnen, wie überhaupt bei allen der Wurzelhals kolbig angeschwollen in Folge einer Verdickung der Rinde, welche innerlich an vielen Stellen missfarben gefleckt und gebräunt, und hier von Myceliumfäden durchzogen und von Micrococcus durchdrungen erschien. Bei ihnen war der Sitz der Krankheit offenbar in der Rinde des unteren Stammendes, des Wurzelhalses und der Pfahlwurzel, denn auch deren innere Rinde war gebräunt und fanden sich in ihr zahlreiche Spuren und Reste des Pilzmyceliums. Ja, bei den meisten Pflanzen war die Rinde der Wurzeln bis auf den Holzkörper gänzlich abgestorben und vertrocknet. Die zahlreich vorhandenen Reste alten nunmehr auch todten Myceliums bewiesen, dass auch hier die Zerstörung der Rinde durch den Pilz bewirkt worden war. Die Zerstörung der innern Rinde rings um

veranlasst dasselbe offenbar auch mannigfache Veränderungen in dem Zelleninhalt. Das Chlorophyll verschwindet aus den Rindenparenchymzellen, ebenso das in den Bastparenchym- und Gitterzellen noch im Juli reichlich vorhandene Proteingemenge und das nach dem Laubausbruch in diesen und den Markstrahlzellen auch noch theilweis erhaltene Stärkemehl. Anstatt dieser Stoffe findet man die Zellen mit einer röthlichbraunen Masse erfüllt, welche durch die S. 192 erwähnten Reagentien in keiner Weise afficirt oder gefärbt wird. Auch die gebräunten Wandungen der Zellen reagiren nicht mehr auf Cellulose und Gerbstoff. Dagegen ist der Harzgehalt überall stark vermehrt, weshalb auch die kranke Rinde (so lange sie noch nicht vertrocknet ist) auf frischen Einschnitten überaus balsamisch duftet. Diese Harzüberfülle ist in der Hauptsache jedenfalls ein Umwandlungsproduct der Zellensubstanz. Denn es erscheinen nicht allein die ursprünglich vorhandenen Harzkanäle und Harzlücken beträchtlich erweitert und an ihren Rändern verharzt, sondern auch sonst in dem mehr oder weniger zerstörten Gewebe finden sich grosse und kleine Terpenthintropfen zwischen und in den Zellen und in den entstandenen Hohlräumen, ja die Wandungen der noch erhaltenen Zellen erscheinen oft wie von Terpenthinöl durchdrungen. Nun ist durch neuere Untersuchungen nachgewiesen, dass auch bei der gewöhnlichen normalen

---

den Wurzelhals und das untere Stammende herum, sowie an den Wurzeln musste natürlich ein Absterben der ganzen Pflanze zur Folge haben. — 3. Jüngere (4—5jährige) Lärchenpflanzen von Blankenburg. Acht Stück Pflanzen minder kräftig, mit abgewölbter Krone, mit kurzen vorjährigen Trieben, Stämmchen höchstens 18 Zoll lang, fast alle der ganzen Länge nach mit auffallend dicker, schwammiger, sehr harzreicher Rinde. Nadelbüschel (Mitte Mai) sehr kurz und bereits im Verwelken begriffen, unterer Theil des Stämmchens etwa 5—6 Zoll lang kolbig angeschwollen in Folge starker Verdickung der Rinde, ebenso an der Pfahlwurzel, wo die Rinde hin und wieder aufgesprungen und vertrocknet war. Letzter Jahrring kaum zum dritten Theil so breit, wie die vorhergehenden, und ohne Herbstholz. Die Krankheit musste daher im Frühlinge oder während des Sommers des vorigen Jahres begonnen haben. Das der ganzen Länge des Stämmchens und der stärkeren Zweige nach aufgelockerte, innerlich zerstörte und verharzte Rindengewebe war an allen untersuchten Punkten von Myceliumfäden des Corticium durchzogen, welche in den entstandenen Hohlräumen häufig Geflechte bildete, sowie von Micrococcusschwärmern durchdrungen, die ganze Pflanze offenbar von unten bis oben vom Pilz durchwuchert. Dennoch fanden sich äusserlich weder in der Entwickelung begriffene Krebsstellen noch Corticiumfrüchte. Bei einer über und über mit noch ziemlich grünen und frischen Nadelbüscheln bedeckten Pflanze war die Rinde nicht schwammig und auch am Wurzelhalse mit Ausnahme einiger bräunlichen oder missfarbenen von Harz durchdrungenen Stellen scheinbar vollkommen gesund. Das Gewebe der letzteren wimmelte von kleinen Micrococcusschwärmern und von (mikroskopischen) Harztropfen der verschiedensten Grösse. Scharfe Untersuchung sehr dünner Schnitte liess bei 600facher Linearvergrösserung erkennen, dass die Intercellulargänge nicht allein des gebräunten, sondern auch des angrenzenden scheinbar gesunden Rindengewebes von zahlreichen dünnen Myceliumfäden durchzogen waren, welche neben einzelnen gelbröthlichen Oeltröpfchen von schwärzlichen Körnchen strotzten, die den freien Micrococcusschwärmern in jeder Beziehung glichen.

Harzbildung im Holze der Fichte, Kiefer u. a. Coniferen die anfänglich mikroskopischen Harzgänge sich durch Umwandlung (so zu sagen Zerfliessen) der angrenzenden Zellen in Harz vergrössern*). Dass auch diese Umwandlung der Zellenmembranen in Harz durch das in der kranken Rinde wuchernde Mycelium des *Corticium amorphum* bewirkt werden mag, dafür spricht einestheils der Umstand, dass gerade die verharzten Rindenparthieen von jenem Mycelium, welches, wie oben bemerkt, auch das ausfliessende und das ausgeflossene erstarrte Harz oft durchdringt, reichlich durchzogen zu sein pflegen, sowie die von mir mehrmals beobachtete Thatsache, dass in den Zellen des von dem jugendlichen Mycelium durchzogenen, anscheinend noch gesunden Gewebes sehr bald zahlreiche mikroskopische Terpenthintröpfchen auftreten, welche vorher fehlten. Ob letztere aus der Zellenwand oder durch Umwandlung von Stärkekörnern hervorgehen, mag dahin gestellt bleiben.

Was endlich die abnorme Verdickung der Rinde betrifft, so mag dieselbe theils durch den Pilz, theils durch das Bestreben der Pflanze, die vom Pilz inficirten Stellen auszuheilen, resp. die kranke Rinde durch neue zu ersetzen, veranlasst werden. In den wulstigen Rändern der jungen Krebsstellen, deren Entwickelung erst im nächsten Abschnitt erörtert werden kann, sieht man deutlich, dass die Auftreibung der Rinde durch die alle Zwischenräume des Zellgewebes erfüllenden Myceliumgeflechte des Pilzes verursacht worden ist. Auch kennt man verschiedene Schmarotzerpilze, welche, ähnlich wie die Gallwespen, eine hypertrophische Ernährung des von ihnen bewohnten Pflanzentheils, in Folge dessen Anschwellungen und Auftreibungen verursachen, und es wäre daher nicht unmöglich, dass auch das Mycelium des *Corticium amorphum* einen ähnlichen Einfluss auf die bildende Thätigkeit des Rindengewebes der Lärche ausübe. Anderntheils lehrt die mikroskopische Untersuchung vieler auffallend verdickter Rindenparthieen, z. B. in der Nähe der Krebsstellen, dass die Pflanze durch Bildung von Peridermaschichten und von neuem Bastgewebe bestrebt gewesen ist, das erkrankte oder absterbende Gewebe zu isoliren und zu ersetzen.

Die hier mitgetheilten Ergebnisse einer ebenso sorgfältigen und gewissenhaften als vielmals und immer mit demselben Erfolge wiederholten mikro-

---

*) Vgl. Karsten, Ueber die Entstehung des Harzes etc. durch die assimilirende Thätigkeit der Zellenmembran. In: Botanische Zeitung, 1857, S. 316. Dippel, Die Harzbehälter der Weisstanne und die Entstehung des Harzes in derselben. Ebendaselbst Jahrgang 1863, Nr. 35. Wigand, Ueber die Desorganisation der Pflanzenzelle. In Pringsheim's Jahrbüchern der wissenschaftlichen Botanik. Bd. III. (1863), S. 150. Vgl. auch Wiesner, Ueber die Entstehung des Harzes im Innern von Pflanzenzellen. In: Sitzungs-Berichte der kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien. Bd. LI.

skopischen Untersuchung kranker Lärchen des verschiedensten Alters und in den verschiedensten Stadien der Krankheit müssen meines Erachtens jedem Unbefangenen die Ueberzeugung beibringen, dass die nächste Ursache der geschilderten Krankheit der Lärchen einzig und allein das in der Rinde wuchernde Mycelium des *Corticium amorphum* ist. Und wenn vielleicht mancher Forstmann bei Lesung dieser Zeilen ungläubig den Kopf schütteln sollte, so wird doch jeder zugeben müssen, dass wenigstens das Absterben der kranken Lärchen lediglich eine Folge der Zerstörungen der Grün- und Bastschicht der Rinde und der chemischen Umwandlungen des Zelleninhalts und der Zellenwände ist, welche der Pilz, wie das Mikroskop unwiderleglich lehrt, durch seine Vegetation und Ernährung veranlasst. Wie der Pilz in die Lärchenrinde gelangen mag, darüber dürfte der nächste Abschnitt einigen Aufschluss ertheilen.

4. Entwickelungsgeschichte des Corticium amorphum.

Das jugendliche Mycelium des Pilzes besteht aus farblosen, äusserst zarten, kaum 0,00005 par. Zoll im Durchmesser haltenden, sich dichotomisch verzweigenden, fadenförmigen Schläuchen, welche weder Querscheidewände noch doppelt contourirte Wandungen erkennen lassen und einzelne kleine durchsichtige, das Licht stark brechende Körnchen (Oeltröpfchen?) von röthlichgelber Farbe enthalten (Taf. XIII, Fig. 20, m). Diese Fäden nehmen allmälig im Durchmesser zu (Fig. 19) und wachsen mitunter zu breiten Schläuchen heran, welche doppelt contourirte gelbliche Wandungen und undeutliche Querwände zeigen (Fig. 24, b—d). Neben einander hinlaufende Myceliumfäden haben eine grosse Neigung, zusammenzuwachsen oder zu verschmelzen. Ich möchte dergleichen auch bei den Fadenzellen anderer Pilze beobachtete Verschmelzungen*) Zellenfusionen nennen. Solche Fusionen sind namentlich in den wirren Geflechten sehr häufig, welche die Myceliumfäden des *Corticium* in Hohlräumen der Rinde bilden (Fig. 16, m; 18, a; 24, a), sowie in den Geflechten, welche auf dem Objectträger in feuchter Luft aus zerschnittenen Corticiumfrüchten hervorwachsen (Fig. 25). Da, wo die Früchte oder Sporenträger des Pilzes sich entwickeln wollen, bilden sich in der äussern Rinde sehr dichte Geflechte von Myceliumfäden, aus denen unmittelbar der dicke und kurze Stiel des Sporenträgers hervorwächst, welcher aus verfilzten Myceliumfäden besteht (Taf. XI, Fig. 5).

*) Vgl. A. de Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze etc., S. 16.

Die Spitze dieses aus der Rinde in Form einer kleinen weisslichen Warze (Fig. 5, a) hervorbrechenden Stiels schwillt allmälig kolbig an, wobei sie sich zugleich in der Mitte ihrer Oberfläche zu vertiefen anfängt. Dann hat sich im Innern des jungen Sporenträgers die Sporenschläucheschicht oder das Hymenium bereits entwickelt (Fig. 5, b), welches in dünnen Schnitten als eine blassröthliche Schicht erscheint. Indem die Ausdehnung des das Hymenium bergenden Spitzentheils in die Breite und die Vertiefung an der Oberfläche immer stärker wird, öffnet sich endlich die Rindenschicht des Sporenträgers in einem runden Loche, durch welches die nunmehr lebhaft orangeroth gefärbte Oberfläche des Hymeniums hervorschaut. Bald erscheint nun der obere Theil des Sporenträgers in ein schüsselförmiges, dem Apothecium (Flechtenfrucht) einer *Parmelia* *) sehr ähnliches Organ umgewandelt, dessen äusserer dicker, unter der Loupe gesehen filziger und weisslich gefärbter Rand einwärts geschlagen und dessen innere von dem Hymenium gebildete Fläche eben und orangeroth gefärbt ist (Fig. 5, c). Anfangs sind diese Schüsselchen rund, ¼—¾ Linie breit, später nehmen sie eine unregelmässige Gestalt an und schliessen sich oft grossentheils (in Folge von Austrocknung) wieder, indem ihre Ränder sich an einander legen. Alte Sporenträger haben bis 2''' Durchmesser. Oft stehen mehrere dicht neben einander, so dass sie Gruppen bilden und sich gegenseitig in ihrer Ausdehnung behindern. Die Rindenschicht der Schüssel besteht aus verfilzten Fadenzellen, deren Enden frei hervorragen (daher die filzige oder haarige Beschaffenheit des Randes) und mit warzenförmigen Hervorragungen bedeckt sind, die Hymeniumschicht aus senkrecht neben einander stehenden keulenförmigen Schläuchen (Sporenschläuchen) und sehr zahlreichen dazwischen befindlichen cylindrischen Schlauchzellen, sogenannten Saftfäden (Paraphysen), welche die Sporenschläuche an Länge übertreffen (Taf. XIV, Fig. 27, 28). Unter dem Hymenium liegt ein überaus engmaschiges und dabei höchst unregelmässiges, einen dicken schleimigen Filz bildendes Geflecht zarter Fadenzellen (das Stroma), welches von einer feinkörnigen Masse durchdrungen ist und von demselben gelbröthlichen Oel oder Fett strotzt, das in Form kleiner Kügelchen oder Tröpfchen auch in allen Myceliumfäden vorkommt. Aus diesem Stroma (Fig. 28, st) wachsen sowohl die Paraphysen als die Sporenschläuche unmittelbar hervor. Erstere (Fig. 28, p) sind sehr dünnwandige und mit feinkörnigem röthlichen Plasma erfüllt, welches oft durch Vacuolenbildung

---

*) Da die kranken Lärchen sehr häufig mit Laubflechten, namentlich mit Parmelia olivacea und physodes bedeckt sind, zwischen deren Lappen oft die Corticiumfrüchte hervorschauen, so ist es leicht möglich, dass der Unkundige dieselben für die Früchte der genannten Flechten und überhaupt für Flechtenfrüchte hält.

in horizontale Schichten abgetheilt erscheint. Die Sporenschläuche, welche zuletzt einen Durchmesser von 0,00085″ erreichen, sind anfangs mit demselben Plasma, welches dem ganzen Hymenium seine orangerothe Farbe verleiht, angefüllt, weshalb die Oberfläche junger eben geöffneter Fruchtschüsseln am intensivsten gefärbt ist. Allmälig bilden sich in diesem Plasma Zellenkerne (Fig. 28, a), welche sich später in Sporen umgestalten. Jeder Schlauch enthält hierauf 8 Sporen, welche in schiefer Richtung über einander liegen (Fig. 28, b). Zuletzt öffnet sich der Schlauch an seiner Spitze, worauf die Sporen entweichen und der Schlauch ganz leer erscheint (Fig. 28, c). Nach der Entleerung der ebenfalls mit röthlichem Plasma angefüllten Sporen (Fig. 29) erbleicht die Hymeniumschicht (ebenso bei'm Vertrocknen der Sporenträger) und nimmt dann eine mehr hellbraune Farbe an*). Nach meinen bisherigen Beobachtungen dürfte es, von dem Durchbrechen der Sporenträger an gerechnet, ungefähr ein Jahr dauern, bevor die Sporen reifen und entleert werden. Im Juni nämlich erscheinen die Sporenschläuche der völlig entwickelten Früchte alle mit Sporen gefüllt, welche um diese Zeit sehr leicht keimen (s. unten), folglich reif sind. Ausser diesen vollkommen ausgebildeten Sporenträgern findet man aber auch eine grosse Menge junger aus der Rinde hervorbrechender oder bereits durchgebrochener, noch geschlossener oder eben sich öffnender Sporenträger. Diese bilden ihre Schüsseln bis zum Herbst aus, aber noch gegen Mitte September sind bei ihnen die Sporenschläuche eng und blos mit Plasma angefüllt. Erst später beginnt die Entwickelung von Zellenkernen und scheinen sich die Sporen während des Winters auszubilden**).

Bevor ich von den Sporen und deren von mir vielmals beobachteten Keimung spreche, will ich auf eine andere Erscheinung, welche, weil sie mit der Bildung der Krebsstellen in innigem Zusammenhange steht, praktische Bedeutung gewinnt, aufmerksam machen, auf die Entwickelung sogenannter Spermogonien (Taf. XIII, Fig. 16, sp). Einzelne der durch Zerreissung oder Zerstörung des Zellgewebes der äusseren Rinde entstandene Hohlräume,

---

*) Dies erklärt die Angabe Rabenhorst's (Deutschlands Cryptogamenflora, Bd. I., S. 391), dass das Hymenium „bräunlich-blass“ sei.

**) Ich schreibe dies am 23. September. Da ich bisher noch nicht Gelegenheit gehabt habe, den Pilz während des Winters zu beobachten, so kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben, zu welcher Zeit die Entwickelung der Sporen stattfindet. Die im December v. J. von Hartig erhaltenen mit Corticiumfrüchten besetzten Zweige, nach denen die Fig. 27 und 28 gezeichnet sind, liessen in den Hymenien sowohl noch mit Plasma und Zellenkernen als bereits mit Sporen gefüllte Schläuche wahrnehmen. Es gelang aber nicht, die Sporen zum Keimen zu bringen. (Anmerk. Am 17. Oktober waren die Sporen bei Tharand vollständig entwickelt.)

stets in der Nähe durchbrechender oder auch bereits ausgebildeter Corticiumfrüchte, erscheinen nämlich mit dichten Myceliumfilzen erfüllt, welche durch Scheidewände getrennte Höhlungen (Kammern) einschliessen. Die Innenfläche der Kammern besteht aus zahllosen verzweigten, ein förmliches Hymenium bildenden, ausserordentlich zarten Stielchen (Basidien), welche aus dem die Wandungen und Scheidewände der Kammern bildenden Myceliumfilz hervorgewachsen sind und an den Spitzen ihrer Zweige winzig kleine längliche, leicht abfallende Körperchen (Spermatien) tragen, die im Wasser des Objectträgers eine träge schwankende und zitternde Bewegung zeigen (Fig. 17). Diese Spermogonien vergrössern sich und brechen endlich auch aus der Rinde hervor, wo sie dann als kleine weissliche Pusteln erscheinen. Von den hervorbrechenden jugendlichen Fruchtträgern unterscheiden sich die hervorgebrochenen Spermogonien durch ihre anfänglich ebene, später concave Oberfläche, ihre meist elliptische Form und geringere Grösse. Welche Rolle die Spermogonien und die von ihnen in fabelhafter Menge erzeugten Spermatien in der Entwickelungsgeschichte des Pilzes spielen mögen, ist ebensowenig bekannt, wie bei den übrigen Spermogonien bildenden Pilzen, deren man bereits eine grosse Anzahl kennt; da aber die Spermogonien des *Corticium amorphum* stets in grösster Anzahl, ja fast ausschliesslich in und auf den jungen in der Entwickelung begriffenen, als glatte Flecken mit flach wulstigen Rändern erscheinenden Krebsstellen vorkommen und hier viel eher durchbrechen (besonders auf den Rändern) als die sich entwickelnden Corticiumfrüchte: so leidet es fast keinen Zweifel, dass die dem Leben der Lärchen so gefährlich werdenden Krebsstellen durch massenhafte Entwickelung von Spermogonien veranlasst werden und dass letztere der Bildung der Corticiumfrüchte vorausgehen. Auch das erste Aufspringen der Rinde, welches Harzerguss zur Folge hat, dürfte durch Spermogenienentwickelung bewirkt werden, denn neben oder in den entstandenen feinen Rissen habe ich immer Spermogonien gefunden.

Die Sporen des *Corticium amorphum* sind länglich, von sehr verschiedener Grösse (0,00060—0,00090″ lang und 0,00030—0,00050″ breit) und anfangs (vermuthlich bis zum Juni) mit gelbröthlichem Plasma angefüllt, welches bald gleichmässig feinkörnig, oft durch Vacuolenbildung gitterförmig vertheilt, bald stellenweis in Kügelchen zusammengeballt erscheint (Fig. 29). Ihre völlig farblose Wandung ist doppelt contourirt, wie man namentlich bei zerbrochenen oder zerplatzten Sporen, welche ihren Inhalt entleert haben, deutlich sehen kann. In der zweiten Hälfte des Juni gelang es mir leicht, diese Sporen zum Keimen zu bringen, sowohl im Wasser des Objectträgers

als auf Glasplatten in feuchter Luft unter Glasglocken*). Meist schon nach 24 Stunden hatte die Entwickelung der Keimschläuche begonnen, bisweilen dauerte es aber auch mehrere Tage, bevor die Sporen zu keimen anfingen. Diese Verschiedenheit mag wohl durch verschiedene Reifezustände bedingt werden. Auch die Art und Weise des Keimens zeigte grosse Verschiedenheiten. Bald theilte sich zunächst die Spore in zwei Hälften durch Bildung einer Scheidewand, bald geschah dies nicht (Fig. 30, a). Im ersten Falle trieben die Sporen entweder aus den beiden entgegengesetzten Enden Schläuche, oder der eine Schlauch entsprang aus der Seite der Spore neben der Scheidewand (Fig. 30, b. c). Im zweiten Falle wuchs bisweilen nur aus dem einen Ende ein Schlauch hervor, gewöhnlich wurden jedoch auch dann zwei Schläuche aus den entgegengesetzten Enden entwickelt. Neben den Hauptschläuchen kamen bisweilen noch dünnere Schläuche hervor (Fig. 32) oder es entsprangen aus dem einen Ende der Spore zwei gleichstarke Schläuche in geringer Entfernung neben einander (Fig. 30, d; 33, a. b). Es war deutlich zu sehen, dass diese Keimschläuche, während deren Entwickelung allmälig das Plasma der Spore, soweit es nicht in die Schläuche übertrat, verbraucht wurde, Ausstülpungen der inneren sehr zarten Sporenhaut sind. Die in feuchter Luft auf dem Glase längere Zeit fortwachsenden Keimschläuche bildeten bisweilen entfernt stehende Scheidewände, sowie fast rechtwinkelig abgehende Aeste; oft verzweigten sie sich auch ziemlich regelmässig dichotomisch (Fig. 31; 33, c). An den Ursprungsstellen liessen sowohl die Aeste als häufig auch die Hauptschläuche eine Einschnürung und darüber eine leichte Anschwellung erkennen (Fig. 30, c. d; 32), ihre Enden waren stets mit feinkörnigem Plasma erfüllt. Ausserdem befanden sich in ihnen hin und wieder Kügelchen oder Tröpfchen derselben gelbröthlichen, das Licht stark brechenden Masse, welche in derselben Form auch in allen Myceliumfäden vorkommt. Ueberhaupt sehen die weiter entwickelten, verzweigten Keimschläuche den Myceliumfäden, mit denen sie auch bezüglich ihres Durchmessers ziemlich übereinstimmen, täuschend ähnlich.

Um nun zu sehen, ob die Sporen auch auf lebenden Lärchenzweigen zu keimen vermöchten und ob etwa dann die Keimschläuche in die Rinde eindringen, übertrug ich Querschnitte von reife Sporen enthaltenden Corticiumfrüchten auf die Rinde frisch abgeschnittener, reich benadelter, diesjähriger sowie vorjähriger und dreijähriger Zweige von einer in einem Garten stehen-

*) Ich legte Objectträger mit feinen Schnitten aus dem Hymenium, aus dessen zerschnittenen Schläuchen zahlreiche Sporen hervorgetreten waren, auf mit Wasser gefüllte Porzellanschälchen und stülpte gut schliessende Glasglocken darüber, welche Nachmittags einige Stunden von den Strahlen der Sonne getroffen wurden.

den, vollkommen gesunden und kräftig gewachsenen etwa 20jährigen Lärche und sperrte diese Zweige, welche, damit sie frisch blieben, in mit Wasser gefüllte Gläser gestellt wurden, ebenfalls unter Glasglocken, deren Luft sich bald durch das verdunstende Wasser mit Feuchtigkeit anfüllte. In Abständen von 2, 3, 5 Tagen untersucht, ergab sich, dass auch hier einzelne Sporen in derselben Weise gekeimt hatten, wie auf den Glasplatten (Fig. 31). Namentlich war dies auf der reinlichen Oberfläche der jungen (diesjährigen) Triebe, deren Oberhaut natürlich vorsichtig abgelöst werden musste, um sie mit auf- und durchfallendem Lichte untersuchen zu können, deutlich zu sehen, während auf der bereits mehr oder weniger zerstörten Oberhaut der älteren Zweige wegen des in den Rissen und Furchen sitzenden Schmuzes, noch mehr aber wegen der hier wie auf den älteren Zweigen aller Nadelhölzer niemals fehlenden Torulazellen, welche ebenfalls Schläuche, meist in grosser Menge getrieben hatten, die Keimschläuche der Corticiumsporen schwer aufgefunden und isolirt werden konnten. Ein Eindringen der Keimschläuche zu beobachten, wollte mir längere Zeit nicht gelingen, wohl aber sah ich bei auf diesjährigen Trieben gekeimten Sporen mehrmals, dass das Ende des Keimschlauchs sich hakenförmig umgebogen und senkrecht gegen die Fläche der Oberhaut gestellt hatte, als wollte es sich in diese einbohren (Fig. 31). Dieselbe Erscheinung habe ich auch einmal bei'm Keimen auf Glas wahrgenommen, wo sich das auf die Glasplatte aufgestemmte Ende des Keimschlauchs sogar etwas abgeplattet hatte (Fig. 30). Später glückte es mir zweimal, das Eingedrungensein eines Keimschlauches in und durch die Oberhaut eines zweijährigen Lärchenzweigs zu beobachten. Eine auf der Oberfläche eines solchen Zweiges liegende Spore hatte einen langen Schlauch getrieben, welcher durch ein jedenfalls schon vorhanden gewesenes Loch (denn die nach aussen gekehrten Wände der Oberhautzellen waren bereits mannigfach zerstört) in und durch die Oberhaut gedrungen und unter derselben eine Strecke weit fortgelaufen war, wo er dann mit einer blasigen Anschwellung endete (Fig. 34). Da nun bei andern parasitischen Pilzen beobachtet worden ist, dass die in die Oberhautzellen oder in die Spaltöffnungen eingedrungenen Keimschläuche innerhalb der Oberhautzellen oder der Athemhöhlen blasenförmig anschwellen, bevor sie weiter wachsen (zum Mycelium sich ausbilden), so ist es nicht unwahrscheinlich, dass jener unter die Oberhaut des erwähnten Lärchenzweigs gedrungene Corticiumkeimschlauch sich auch anschickte, in das darunter liegende Korkgewebe hineinzuwachsen, was ich, da ich das betreffende Oberhautstück behufs der mikroskopischen Untersuchung abgelöst hatte, natürlich nicht weiter verfolgen konnte. Ein andermal wollte es der Zufall, dass ich gerade an der Stelle eines drei-

jährigen Versuchszweiges, wo eine gekeimte Spore lag, einen Querschnitt durch die Rinde gemacht hatte. Ich konnte deutlich bemerken, dass ein aus der Spore entspringender Keimschlauch in die Oberhaut eingedrungen war und dessen Spitze bereits die unter der Korkschicht liegende Periderma-schicht erreicht hatte. Leider war das Präparat zu dick gerathen, um den Verlauf und das Verhalten des Keimschlauches innerhalb der Oberhaut und der unmittelbar darunter liegenden Korkzellen sehen zu können, weshalb ich auch dieses Präparat nicht gezeichnet habe.

So wenig mir selbst die Ergebnisse dieser Experimente genügen, so dürfte aus denselben doch bereits so viel als gewiss hervorgehen, dass 1. die reifen Sporen des *Corticium amorphum* auf lebenden, sogar vollkommen gesunden Lärchenzweigen zu keimen, 2. dass ihre Keimschläuche in solche Zweige einzudringen vermögen. Da es mir ferner weder gelungen ist, das Eindringen von Keimschläuchen in die (unversehrte) Oberhaut diesjähriger Triebe zu beobachten, noch in erkrankten (welkenden) oder abgestorbenen diesjährigen Trieben das Mycelium des Pilzes aufzufinden, so liegt die Vermuthung nahe, dass in der Natur die Keimschläuche nur in vorjährige und ältere Zweige eindringen, wahrscheinlich auch in die Rinde von Aesten, Stämmen und Wurzeln (zu denen sie mit den in den Boden sickernden Regenwasser leicht gelangen können), und dass sie Spalten, Risse, Löcher der Oberhaut und der älteren Rinde benutzen, um in die Rinde einzudringen. Diese Annahme wird fast zur Gewissheit durch die hundertfach beobachtete Thatsache, dass das Mycelium des *Corticium amorphum* an den verschiedensten Stellen der Zweige, Aeste, Stämme und Wurzeln von Lärchen fast jeden Alters innerhalb der Rinde sich findet, denn anders als durch von aussen eingedrungene Keimschläuche, sei es der Sporen, sei es anderer Vermehrungsorgane (s. unten) des genannten Pilzes kann das in der Rinde wuchernde Mycelium nicht erzeugt worden sein. Man müsste sonst eine *generatio spontanea* annehmen, aber eine solche ist nach den zahllosen Experimenten der neueren Naturforschung, welche schlagend bewiesen haben, dass selbst bei den niedrigsten Organismen keine Urzeugung vorkommt *), durchaus unzulässig. — Da von Mitte Juli an die Sporen auf Zweigen nicht mehr in gewöhnlicher Weise keimen wollten, so konnte ich obige Versuche nicht weiter fortsetzen. Die eben angeführte Thatsache scheint zu beweisen, dass die Keimungsperiode der Corticiumsporen auf die erste Hälfte des Sommers

*) Vgl. u. a. die oben S. 159 bereits angeführte Schrift von E. Hallier, „Gährungserscheinungen."

beschränkt ist (möglicherweise beginnt sie schon im Mai oder auch nach dem Laubausbruch der Lärchen). Ich gedenke im nächsten Jahre diese Versuche in noch mehr modificirter Weise zu wiederholen, namentlich durch Uebertragung reifer Sporen auf benadelte gesunde und absterbende am Baum befindliche (nicht abgeschnittene) Zweige zu versuchen, ob es möglich ist, die Krankheit künstlich hervorzurufen (sie einzuimpfen), und werde seiner Zeit die gefundenen Ergebnisse mittheilen.

Aber die beschriebenen Sporen sind nicht die einzigen Vermehrungsorgane des *Corticium amorphum.* An den älteren Myceliumfäden kommen auch Conidien zur Entwickelung. Es bilden sich nämlich an ihnen bläschenförmige Organe, welche anfangs mit einer das Licht stark brechenden Substanz gefüllt sind, später aber einen deutlichen Kern erkennen lassen (Fig. 24, b. c.). Letzterer fängt bald an, sich rotirend zu bewegen (bei 900facher Vergrösserung deutlich wahrnehmbar!) und schlüpft endlich aus dem Conidium heraus, ohne dass die Wandung des letzteren einen Riss bekommt, weil sie wahrscheinlich gallertartig ist. Auch habe ich abgelöste Conidien beobachtet, welche dann auch eine träge drehende Bewegung zeigen. Die ausgeschlüpften nunmehr lebhaft umherschwärmenden Körner, welche höchstens 0,00005" Durchmesser besitzen und sich durch Contraction ihrer gallertartigen Masse rotirend fortbewegen, können nichts anderes sein als Micrococcuszellen. Sie stimmen mit der von mir bei *Chrysomyxa Abietis,* bei der Rothfäule und bei der durch *Fusidium candidum* bemerkten Rothbuchenkrankheit beobachteten Schwärmzellen vollkommen überein und vermehren sich wie alle Micrococcuszellen, durch Bildung kleiner ebenfalls mit Bewegung begabter Kerne in ihrem Innern, welche bald ausschlüpfen und wahrscheinlich allmälig zu grösseren Zellen heranwachsen. Aber nicht allein die Conidien erzeugen Micrococcusschwärmer, sondern auch die Myceliumfäden selbst, desgleichen unter Umständen die Sporen, und wahrscheinlich auch die Paraphysen und das Stromageflecht. In älteren und jüngeren Myceliumfäden sieht man oft neben den röthlichgelben, wahrscheinlich aus Fett oder Oel bestehenden Kügelchen schwärzliche Kernchen, welche den kleinen Micrococcusschwärmern täuschend ähnlich sehen und auch bisweilen eine rotirende Bewegung zeigen. Ein Ausschlüpfen aus den Fäden, deren Wandung wenigstens anfangs wahrscheinlich auch gallertartig ist, habe ich allerdings nicht beobachtet. Da aber alle vom Mycelium, jungem wie altem, bewohnte Rindengewebe von kleinen Micrococcusschwärmern bald mehr bald weniger durchdrungen sind, Conidien dagegen nur an älteren Myceliumschläuchen und auch nicht immer zur Entwickelung gelangen, so kann man das constante Vorkommen von kleinen Micrococcusschwärmern kaum anders erklären, als dass dieselben aus den Myceliumfäden

auschlüpfen. Unter Umständen können sie freilich auch von aussen eingedrungen sein. Die unreifen Corticiumsporen erzeugen nämlich auch Micrococcus und zwar, wie es scheint, wenn sie mit Wasser in Berührung kommen. Im vorigen Winter habe ich wiederholt beobachtet, dass die unreifen Sporen im Wasser des Objectträgers platzten. Schon vorher hatte sich ihr röthliches Plasma zu Kügelchen zusammengeballt, welche eine rotirende Bewegung zeigten (Fig. 29, b). Dann liessen die Sporen selbst eine langsame hin- und herschwankende sowie vor- und rückwärtsschwebende Bewegung erkennen. Die aus den aufgeplatzten Sporen hervortretenden Kügelchen bewegten sich gleich denen aus den Conidien ausschlüpfenden grössern Micrococcuszellen, denen sie in jeder Hinsicht gleichen (Fig. 29, c). Endlich ist auch das Stroma stets von zahllosen Micrococcusschwärmern durchdrungen, weshalb das Wasser des Objectträgers, in welchem Schnitte aus Corticiumfrüchten liegen, stets von solchen Schwärmzellen wimmelt.

Corticium amorphum gehört folglich auch zu den Pilzen, welche *Micrococcus,* d. h. Fäulnisshefe produciren, und wer möchte nach den Untersuchungen von E. Hallier daran zweifeln, dass diese in fabelhafter Menge erzeugten Micrococcuszellen das Agens sind, welches die chemischen Umwandlungen namentlich der Zellenmembranen der vom Pilz bewohnten Gewebe bewirkt? — Aber noch auf eine andere Erscheinung will ich hier vorläufig aufmerksam machen, nämlich auf die von mir wiederholt beobachtete Erzeugung von *Penicillium* (Pinselschimmel) durch die vorjährigen Corticiumfrüchte in der zweiten Hälfte des Sommers. Ich werde über diese vor der Hand nur wissenschaftlich interessante und wichtige Erscheinung an einem andern Orte ausführlich berichten und will deshalb hier nur bemerken, dass Schnitte aus reife Sporen enthaltenden Corticiumfrüchten von Mitte Juli an sowohl auf Glasplatten als Lärchenzweigen unter Glasglocken in feuchter Luft theils aus dem Stroma, theils aus zusammengewachsenen Sporen (Sporenfusionen, die sich von da an sehr häufig bildeten, während ich früher dergleichen nicht beobachtet hatte) Schläuche entwickelten, welche zahlreiche Fusionen eingingen (Fig. 25) und endlich an den Spitzen von fast rechtwinklich abgehenden Seitenzweigen Conidien abschnürten (Fig. 26). Letztere keimten rasch (Fig. 26, c) und entwickelten dünne Schläuche, die sich bald in ähnliche, wie die aus den Sporenfusionen und dem Stroma hervorgewachsenen umwandelten und ebenfalls Conidien erzeugten. Ausserdem aber bildeten aufrechte frei in die Luft emporwachsende Zweige sowohl dieser aus den gekeimten Conidien hervorgegangenen, als wie der unmittelbar aus den Sporenfusionen und dem Stroma hervorgewachsenen Schläuche an

ihrer Spitze üppige Pinsel von Penicilliumsporen *). Ob diese (unter Glasglocken massenhaft erfolgende) Erzeugung von Penicillium durch die Corticiumfrüchte auch in der Natur vorkommen mag, und ob dieselbe für die Lärchenkrankheit von Bedeutung ist, dass muss vor der Hand dahingestellt bleiben.

5. Ergebnisse der bisherigen Forschungen und Beobachtungen. Wahrscheinliche Herkunft und Entwickelung der Krankheit. Vorschläge zu ihrer Bekämpfung.

1. Das Erkranken und Absterben der Lärchen wird durch das in der Rinde wuchernde Mycelium des *Corticium amorphum,* welches somit die Rolle eines parasitischen Pilzes spielt, verursacht.

2. Die Krebsstellen, welche kein nothwendiges Symptom der Krankheit sind, aber den Lärchen sehr verderblich werden können, werden durch massenhafte Entwickelung von Spermogonien des genannten Pilzes veranlasst. Sie bilden sich nur an lebenden, frischen Stämmchen, Wipfeln, jungen Aesten und Zweigen und führen das Erkranken resp. Absterben der über ihnen befindlichen Baumtheile herbei.

3. Die Sporenträger oder Früchte des Pilzes kommen häufiger an absterbenden und bereits abgestorbenen Baumtheilen zur Entwickelung, als an noch in voller Lebensthätigkeit befindlichen, dann am häufigsten (oder ausschliesslich?) auf und um Krebsstellen.

4. Die Sporen des Pilzes vermögen in feuchter Atmosphäre auf lebenden Zweigen gesunder Lärchen zu keimen und ihre Keimschläuche in deren Rinde einzudringen.

5. Fünfzehn- bis vierzigjährige Lärchen sind der Krankheit am meisten ausgesetzt.

6. Feuchte Luft, wie solche in Thälern und Mulden, auf feuchtem Boden, in der Nähe stehender Gewässer (Teiche), an Nord-, Nordost-, Nordwesthängen vorhanden sein muss, begünstigt die Entwickelung des Pilzes und seine Verbreitung.

---

*) Die Bildung von Penicillium beobachtete ich erst, nachdem ich bereits Taf. XIV. gezeichnet hatte, wesshalb die Entwickelung der in Fig. 25 und 26 abgebildeten Schläuche zu Penicillium nicht mehr abgebildet werden konnte. Jetzt (Ende September) beobachte ich, dass Schnitte aus diesjährigen noch keine Sporen enthaltende Corticiumfrüchten in feuchter Luft regelmässig aus ihrem Stroma Schläuche treiben, welche ohne Conidienbildung sich direct in Penicillium umgestalten.

Diesen fünf Punkten, welche ich für unbestreitbar halte, möge

7. hinzugefügt sein, dass gedrängter Stand der Lärche von Jugend an, wie ein solcher in Saaten häufig vorgekommen ist (z. B. in Sachsen), sowie späterhin zu starker Schluss (in reinen und gemischten Lärchenbeständen) die Krankheit wesentlich begünstigen dürfte, weil dadurch die Lärche in einen ihrer Natur widersprechenden, folglich abnormen Zustand übergeführt wird, denn die Lärche verlangt durchaus vom Anbeginn ihres Lebens unbeschränkten Genuss von Luft und Licht, also vom Anfange an eine möglichst räumliche Stellung, die ihr gestattet, ihre Krone vollkommen frei zu entwickeln*). Das beweisen die ursprünglichen Lärchenbestände der Alpen, welche, soweit ich sie aus eigener Anschauung kenne, stets sehr licht sind (auch junge); das beweist ferner das vorzügliche Gedeihen von einzeln stehenden, in Gärten, Parken, an Wegen und Waldrändern angepflanzten Lärchen. Aber nicht allein Mangel an Licht und Luft mögen die Lärchen für die Krankheit empfänglich machen, sondern auch Beschädigungen aller Art (Wildschälen, Verbeissen, Jahre lang fortgesetzter Frass der Lärchenmotte, Beschädigungen durch Eichhörnchen, Schnee- und Windbruch), vielleicht auch Frost. Dass Mangel an Nahrung im Boden, welcher stets einen kümmernden Wuchs der Lärche veranlassen dürfte, für die Krankheit disponiren könnte, ist deshalb nicht gerade sehr wahrscheinlich, weil vorzugsweise kräftig vegetirende Lärchen von ihr befallen werden.

Wenn ich nun auch der Meinung bin, dass die erwähnten Verhältnisse die Lärche für die Krankheit empfänglich machen, folglich die Krankheit selbst begünstigen, so kann ich doch durchaus nicht zugeben, dass dieselben die Ursache der hier geschilderten Krankheit sein sollen. Diese ist meiner Ueberzeugung nach einzig und allein der beschriebene Pilz. Nur, wenn dieser hinzukommt, d. h. wenn die Sporen oder Conidien des *Corticium amorphum* in hinreichender Menge auf eine Lärche gerathen, wird die hier beschriebene Krankheit, welche eben eine Pilzkrankheit ist, zum Ausbruch gelangen. Geschieht jenes nicht, so wird auch die für die Krankheit disponirteste Lärche von ihr verschont bleiben. Ich weiss im voraus, dass ich mit dieser meiner Ueberzeugung den praktischen Forstwirthen gegenüber in der Minorität sein werde; aber die Majorität derselben möge bedenken, dass

*) Die Richtigkeit dieser Ansicht dürfte gegenwärtig kein Forstmann mehr bezweifeln. Sie ist schon längst und wiederholt von forstlichen Autoritäten ausgesprochen, aber vielleicht nicht immer gebührend beachtet worden. Vgl. Schweizerisches Forstjournal, Jahr. 1858 (Verhandl. d. schweiz. Forstvereins) und 1859, Nr. 1, Tharander Jahrbuch, Bd. VI. und X. (Mittheilungen des Oberforstraths v. Berg über die Lärche), und Bd. XIV. (Abhandlung von Forstmeister v. Unger), sowie die zahlreichen in Schultze's „Forstlichen Berichten“ über die Lärche enthaltenen Aufsätze.

keine andere Ansicht, als wie die eben ausgesprochene, welche auf den Ergebnissen der inductiven Forschung, die sich ja doch weder wegdisputiren noch vornehm ignoriren lassen, beruht, im Stande ist, alle Erscheinungen der fraglichen Krankheit zu erklären. Dass weder Standorts- noch Wirthschaftsverhältnisse die Ursache der Krankheit sein können, haben Forstmänner ersten Ranges anerkannt. Nun gut, alle die zahllosen Widersprüche, welche aus den beobachteten Thatsachen des Auftretens bezüglich der Lage, des Bodens, des Klima's u. s. w. sich ergeben, lösen sich von selbst, wenn man den Pilz als den Urheber der Krankheit, Standortsverhältnisse u. s. w. dagegen nur als die Entwickelung des Parasiten, folglich auch die Krankheit begünstigende Momente betrachtet. Denn es ist klar, dass die Krankheit nur da ausbrechen wird, wo Sporen des Pilzes auf Lärchen gerathen, und das wird natürlich unter den verschiedensten Standortsverhältnissen der Fall sein können. Da nun feuchte Luft das Keimen der Sporen und überhaupt die Entwickelung dieses wie aller Pilze begünstigt, so ist es ganz natürlich, dass in feuchten Thälern und Mulden, sowie an Nord-, Nordost- und Nordwesthängen die Krankheit im Allgemeinen häufiger vorkommt, als unter anderen Standortsverhältnissen, zumal wenn an solchen Localitäten für die Krankheit empfängliche Lärchen vorhanden sind. Uebrigens fragt es sich, ob der Pilz nicht auch gesunde Lärchen krank zu machen im Stande ist, was mir im Hinblick auf so manchen schönen, bisher normal gediehenen 20—30jährigen Lärchenbestand, den ich im Anhalt'schen Harz gesehen, nicht eben unwahrscheinlich ist. Darüber werden die oben S. 206 in Aussicht gestellten Versuche Gewissheit bringen.

Woher kommen aber die Sporen des Corticium auf die Lärchen? — Jedenfalls aus der Luft, in welche Milliarden von Sporen aus den zahllosen Corticiumfrüchten jeden Sommer gelangen müssen *). Wiederholt habe ich am Harz aus dem Munde von Forstbeamten die Aeusserung gehört: „Es muss eine atmosphärische Ursache der Krankheit zu Grunde liegen.“ Sehr richtig; diese atmosphärische Ursachen sind eben die in der Luft suspendirten Pilzsporen, welche vom Winde überallhin geführt werden können. Ich zweifle nicht, dass eine genaue Beobachtung der localen Windrichtungen Aufschluss über die Verbreitung der Krankheit innerhalb eines Forstbezirks (z. B. der Anhalt'schen Harzforsten) geben werde. Den directen Nachweis

*) Ein Sporenschlauch enthält bekanntlich stets 8 Sporen. In einem kaum 1/8 Millim. dicken Querschnitt durch ein 2 Millim. breites Hymenium habe ich gegen 200 Sporenschläuche gezählt. Man wird daher nicht zu hoch greifen, wenn man die Gesammtzahl der Sporenschläuche in einem 2 Quadrat-Millimeter grossen Hymenium einer einzigen Corticiumfrucht auf 2000 veranschlagt. Diese würden 16,000 Sporen produciren!

der Sporen in der Luft, welcher blos innerhalb erkrankter reichlich mit Corticiumfrüchten versehener Lärchenbestände, und zwar im Juni geführt werden könnte, habe ich noch nicht versucht, auch nicht versuchen können, da dazu sowohl ein längerer Aufenthalt an Ort und Stelle, als besondere Apparate gehören. Leichter würde man vielleicht diesen Nachweis durch mikroskopische Untersuchung des Regenwassers führen können. Dass aber die Annahme, die Luft sei in pilzkranken Lärchenbeständen zu gewissen Jahreszeiten mit den Sporen des Pilzes geschwängert, weder unzulässig noch absurd ist, beweisen die zahlreichen neueren Untersuchungen der Luft, welche übereinstimmend ergeben haben, dass diesselbe nie frei von Pilzsporen ist, ja die Sporen mancher Schimmelpilze, z. B. von Penicilliumarten, fast allenthalben in solcher Menge enthält, dasss wir fast mit jedem Athemzuge dergleichen einathmen *).

Endlich will ich noch einmal auf die Thatsache aufmerksam machen, dass in früheren Zeiten diese Krankheit nicht vorhanden gewesen sein kann, denn sonst würden in Deutschland ausserhalb der Alpen nicht so viele durch künstlichen Anbau enstandene vollkommen normal gewachsene Lärchenbestände, reine und gemischte, von 70 bis 100 Jahren existiren, als es deren wirklich giebt (s. oben S. 177 Anmerkung). Und es ist nicht anzunehmen, dass die Lärchen dieser Bestände, welche der Mehrzahl nach aus Saaten hervorgegangen sein dürften, in ihrer Jugend eine räumlichere Stellung gehabt und überhaupt anders behandelt worden sein sollten, als die gegenwärtig im 15. bis 40. Jahre stehenden Lärchenbestände, welche seit einer Reihe von Jahren oder erst in der jüngsten Zeit von dieser furchtbaren Krankheit heimgesucht worden sind.

Woher mag aber die Krankheit, oder, was dasselbe ist, der sie verursachende Pilz gekommen sein? — Darüber lassen sich bis jetzt allerdings nur Vermuthungen hegen. Das *Corticium amorphum* wächst nach Rabenhorst (Deutschlands Kryptogamenflora I. [1844] S. 391) „an alten Stämmen und Rinden von Nadelhölzern in den höhern Gebirgen und Alpen.“, Wallroth (Flora cryptogamica Germaniae II. [1833] p. 570) giebt es ebenfalls in höheren Gebirgsregionen an „Fichtenstöcken“ an; De Candolle (Flora française VI. [1815] p. 23) nennt die Vogesen, wo es „im Frühlinge auf der Rinde geschlagener Fichten“ vorkommen soll. Die Lärche wird von keinem dieser Schriftsteller als Nährpflanze des Pilzes genannt, doch wäre es möglich, dass unter Rabenhorst's „Nadelhölzern“ auch jene Holzart gemeint sei. Jedenfalls ist der in den angeführten Werken beschriebene Pilz in den Alpen

*) Vgl. auch Heft I., S. 21, Anmerk.

und andern Hochgebirgen heimisch. Es sind nun zwei Möglichkeiten vorhanden. Entweder ist unser Lärchenpilz von dem *Corticium amorphum* der genannten Autoren specifisch verschieden, oder das *Corticium amorphum* ist zu irgend einer Zeit aus den Alpen, Vogesen oder andern Hochgebirgen nach den durch künstlichen Anbau enstandenen Lärchenbeständen Deutschlands gekommen. Die erste Annahme ist nicht zulässig, weil ein so ausgezeichneter Pilzkenner, wie Rabenhorst, unsern Pilz als *Corticium amorphum* bestimmt hat. Es bleibt daher nur die zweite Annahme übrig. Möglicherweise kommt dieser Pilz in den Wäldern der Alpen und Vogesen (andere Hochgebirge sind nicht genannt) und an den von Natur absterbenden Aesten und Stämmen von Fichten und Lärchen (in den Vogesen gibt es auch durch Anbau enstandene Lärchenbestände) vor und spielt dort gar nicht die Rolle eines Parasiten. Es wäre nun denkbar, dass irgend einmal in Folge irgend eines Naturereignisses (z. B. Sturmschadens) dieser Pilz sich in den Alpen oder anderwärts sehr bedeutend vermehrt habe und dass Massen seiner Sporen durch den Wind fortgeführt worden und in Deutschland auf aus irgend einem Grunde kränkelnde Lärchenbestände niedergefallen seien, wo sich der Pilz eingenistet und acclimatisirt habe. Die oben S. 182 nachgewiesene Verbreitung der Lärchenkrankheit von SW. nach NO. scheint diese Vermuthung zu bestätigen und darauf hinzudeuten, dass die angenommene starke Vermehrung des Pilzes im Südwesten Deutschlands, wo die Vogesen, der Jura, die Schweizeralpen und die Alpen der Dauphiné liegen, eingetreten und der Pilz von dorther nach Deutschland gekommen sein möge. Genaue Nachforschungen in den Lärchenbeständen der genannten Länder vermögen allein hierüber Auskunft zu geben.

Die Lärchenkrankheit ist jedenfalls die gefährlichste und verheerendste Pilzepidemie, welche im Bereich der deutschen Forstwirthschaft bis jetzt vorgekommen ist. Auch leidet es kaum einen Zweifel, dass diese Calamität sich noch weiter verbreiten wird, wenn keine Maassregeln zu ihrer Bekämpfung und Vorbeugung ergriffen werden. Als solche dürften die folgenden zu empfehlen sein:

1. Sorgfältige Ausästung der erkrankten Lärchen, welche noch grüne kräftig benadelte Wipfel haben, in jungen Beständen auch Abschneiden der dünnen Wipfel, wenn die betreffenden Lärchen noch genug gesunde Aeste besitzen. Diese leider im Grossen kaum ausführbare Maassregel ist zuerst vom Oberforstrath Reuss, angeblich mit dem günstigsten Erfolg in Anwendung gebracht worden. Die ausgeästeten Lärchen trieben mit neuer Kraft aus, machten namentlich bedeutende Höhentriebe und sollen die Krankheit überwunden haben. Ich halte diese Maassregel für vollkommen rationell und

würde blos noch das sofortige Verbrennen der abgeschnittenen Aeste und Wipfel anrathen, wenigstens wenn das Ausästen im Frühling und Vorsommer geschieht, wo reife Sporen enthaltende Corticiumfrüchte vorhanden sind. In Gärten, Parken, auch im Walde in kleinen Lärchenhorsten und bei einzelnstehenden Lärchen würde ich überhaupt die fleissige Entnahme der naturgemäss absterbenden Aeste anrathen, weil vermuthlich auch auf solchen der Pilz sich anzusiedeln vermag.

2. Starke Durchforstung der kranken Bestände, reiner wie gemischter, wenigstens solcher, welche noch Hoffnung auf Rettung zeigen, d. h. wo die Krankheit eben erst begonnen hat und noch keine Wipfeldürre oder eine solche erst bei einzelnen Lärchen eingetreten ist. Die kränksten Bäume müssten dabei natürlich mit herausgenommen werden. Eine Durchforstung würde ich auch mit der sub 1. besprochenen Maassregel verbinden, um den dominirenden Stämmen möglichst viel Luft und Licht zu verschaffen.

3. Sehr stark erkrankte Bestände, d. h. solche, wo alle Lärchen bereits wipfeldürr und viele schon abgestorben sind, müssen abgetrieben werden. Der Abtrieb (ebenso die Durchforstungen) dürfte am besten im Herbst oder Winter geschehen, weil um diese Zeit noch keine Sporen entwickelt oder dieselben wenigstens noch nicht reif sind.

4. Saatcämpe sind in Gegenden, wo die Krankheit bereits zum Ausbruch gelangt ist, entfernt von kranken Lärchenbeständen und in einer gegen die herrschenden Winde geschützten Lage anzulegen.

5. Die Lärchen sind fortan nur durch Pflanzung in möglichst räumlicher Stellung anzubauen und ist dabei gemischten Beständen vor reinen der Vorzug zu geben. Mischungen mit Laubhölzern dürften sich im Allgemeinen mehr empfehlen als solche mit anderen Nadelhölzern. Durchforstungen sind zeitig und wiederholt einzulegen.

6. Man entferne alle aus irgend einem Grunde kränkelnde Stämme und Pflanzen aus den Beständen und Schonungen und bewahre, wenn man dazu die Macht hat, die Lärchen vor Wildschaden, vermeide auch deren Anbau in Frostlagen und in nassen Thälern und Mulden.

Dass es nicht in der Macht des Menschen steht, den Pilz zu vernichten, bedarf keiner Erörterung. Wer von der Naturforschung ein Recept gegen diese wie gegen andere Pilzkrankheiten verlangt, verkennt die Aufgabe sowohl der Wissenschaft als der rationellen Forstwirthschaft gänzlich.

Während des Druckes erhielt ich noch einen ausführlichen Bericht über das Auftreten und die Verbreitung der Lärchenkrankheit in den fürstlich Wittgenstein'schen Waldungen Westfalens vom Herrn Oberforstrath Reuss, durch den die im Abschnitt 1 (S. 174 ff.) gemachten Mittheilungen wesentlich vervollständigt und die S. 182 ausgesprochenen Vermuthungen bestätigt werden. Ich kann mir daher nicht versagen, das Wichtigste aus diesem Berichte hier noch mitzutheilen.

„Die fürstlich Wittgenstein'schen, im Südosten des westfälischen Gebirgslandes gelegenen Forsten halten circa 52,000 Morgen auf einem Flächenraum von 4½ Quadratmeilen, theils zu grösseren Complexen arrondirt, theils durch dazwischen geschobene Felder und Wiesen mehr oder weniger durchbrochen und parcellirt. Das Terrain ist äusserst bergig. Die tiefsten Punkte liegen etwa 1000, die höchsten 2200′ über dem Spiegel der Nordsee. Gebirgsart: Grauwacke, Thonschiefer und Kieselschiefer. Die von der Lärchenkrankheit zuerst (im J. 1855) befallenen und am ärgsten heimgesuchten Reviere Erntebrück und Ludwigseck haben eine entschieden rauhere Lage, als die übrigen (die Kartoffeln z. B. erfrieren hier im Frühjahr fast regelmässig, oft sogar mehr als einmal). Dieselben sind die am westlichsten gelegenen Reviere der Herrschaft. Dort trat die Krankheit gleichzeitig in mehreren Districten auf und zwar so intensiv, dass schon im nächsten Jahre zahlreiche Stämme vollständig abstarben. Jedenfalls hat sich die Krankheit schon früher eingenistet, denn 1855 trat sie bereits in völlig ausgeprägter Form auf und wurde ebendeshalb zuerst bemerkt. Gegenwärtig ist dieselbe durch alle Forsten der Herrschaft verbreitet und auch in den Nachbarwäldern vorhanden. Innerhalb der Wittgenstein'schen Waldungen hat sich die Krankheit im Allgemeinen unbestritten von Westen nach Osten verbreitet, aber nicht gerade in stetigem Fortschreiten, sondern in grösseren und kleineren Sprüngen. Noch heute findet man die Lärche in einzelnen Distrikten verhältnissmässig gesund und wenig angegriffen, während andere mehr östlich gelegene Bestände der Krankheit bereits ganz erlegen sind. Soweit meine Nachrichten reichen, ist die Krankheit in den weiter nach Süden und Osten gelegenen Forsten der Provinz Oberhessen etwas später als hier beobachtet worden *), so dass man auch hieraus allenfalls auf ein Weiterschreiten von Westen nach Osten würde schliessen dürfen. Ob sie westlich von uns früher als hier beobachtet wurde, habe ich nicht ermitteln können. — Dass die Standortsverhältnisse einen modificirenden Einfluss auf die Krankheit üben, scheint mir im Allgemeinen ausser Zweifel.

*) Die herrschende Windrichtung in der dasigen Gegend ist nach Reuss WNW.

Aber es treten hierbei Widersprüche und Unregelmässigkeiten hervor, für welche ich eine Erklärung nicht finden kann und die mir wenigstens nicht erlauben, die Ursachen der Erscheinung lediglich im Standort zu suchen. Auf feuchtem, kaltem, thonigem Boden tritt die Krankheit durchschnittlich am verderblichsten auf und verläuft hier am häufigsten mit tödtlichem Ausgange. Auf. trocknem, lockerem, steinigem Boden dagegen, namentlich auf grobem Grauwackengerölle und auf Kieselschiefer hält sich die Lärche am längsten verhältnissmässig gesund: die Krankheit hat weniger ausgeprägte Formen, verläuft weniger rasch und lässt der Hoffnung mehr Raum, dass sich die Bestände erhalten und erholen werden. Weniger Einfluss scheinen die Erhebung über dem Meere und die Exposition zu haben. Man findet gesunde und kranke Lärchen neben einander bei 1100 und bei 2000' Höhe, in freien luftigen Lagen wie in engen Thälern, an Ost- und West-, an Süd- und Nordhängen. Auch die verschiedensten Mischungen (mit Kiefern, Fichten, Buchen etc.) bedingen dem Anschein nach keinen Unterschied."

Es wäre sehr wünschenswerth, dass aus allen Gegenden, wo die Lärchenkrankheit aufgetreten ist oder noch auftreten sollte, Mittheilungen, wie die vorstehend abgedruckte, für welche ich deren Verfasser hiermit meinen besten Dank ausspreche, veröffentlicht würden. Erst dann wird es möglich sein, den Weg, den die Krankheit genommen und ihren Ausgangspunkt genauer zu ermitteln. Diejenigen Forstbeamten, welche Anlass zu solchen Mittheilungen haben, möchte ich bitten, in denselben folgende Fragen zu beantworten:

1. in welchem Jahre (durch Zuwachsuntersuchungen kranker und von der Krankheit getödteter Lärchen genau zu ermitteln) und an welchen Oertlichkeiten des betreffenden Reviers ist die Krankheit zuerst aufgetreten?
2. in welchen Richtungen und wie hat sich dieselbe verbreitet?
3. wie weit ist die Krankheit gegenwärtig verbreitet?
4. welche Windrichtungen sind in der betreffenden Gegend die herrschenden?
5. welchen Einfluss scheinen Klima, Boden, Höhenlage, Exposition, Schlussverhältnisse, Gründungsart und Alter des Bestandes auf den Verlauf und die Intensität der Krankheit auszuüben?

Interessant würde es zugleich sein, durch Zuwachsuntersuchungen zu ermitteln, wie hoch sich der durch die Krankheit verursachte Zuwachsverlust in bestimmten Lärchenbeständen verschiedenen Alters (reinen und gemischten) seit dem Auftreten der Krankheit oder innerhalb einer bestimmten

Zeit (in einem oder in fünf bis zehn Jahren) beläuft, denn das würde die forstliche Bedeutung der Krankheit auch für solche Bestände, welche derselben voraussichtlich nicht erliegen, in helles Licht zu stellen am besten geeignet sein.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XI. Fig. 1. Stück vom Wipfel einer 22jährigen Lärche (4 Fuss unter der Spitze) mit einer Krebsstelle und zahlreichen Fruchtkörpern des Corticium amorphum. a. Hagelschlagverwundung.

Fig. 2. Stück von einem andern bereits abgestorbenen Lärchenstämmchen mit einer alten verharzten Krebsstelle. h. Vorgequollenes erstarrtes Harz.

Fig. 3. Stück eines vierjährigen noch grünenden Lärchenstämmchens mit einer in der Entwickelung begriffenen Krebsstelle. a. Durchschnitt durch die Krebsstelle.

Fig. 4. Durchschnitt durch eine Krebsstelle eines 11jährigen abgestorbenen Stammes. a. Krebsstelle, b. abnorm verdickte Rinde der entgegengesetzten Seite, hh. stark erweiterte mit theilweis erstarrtem, theilweis noch flüssigem Harz erfüllte Harzlücken.

Fig. 5. Querschnitt durch ein mit Sporenträgern des Corticium besetztes Rindenstück, welcher auch die Sporenträger senkrecht durchschnitten hat. a. durchbrechender noch ganz junger Sporenträger, b. durchgebrochener jugendlicher Sporenträger, in welchem das Hymenium bereits entwickelt ist, c. völlig ausgebildeter Sporenträger, dessen Rindenschicht (r) sich geöffnet und das Hymenium (h) entblösst hat, d. mit Myceliumgeflecht angefüllte Hohlräume der zerstörten Rinde.

Fig. 6. Stückchen eines senkrechten Querschnitts durch die innere Rinde einer jungen oberflächlich noch glatten Krebsstelle, an deren wulstigen Rändern ältere Spermogonien durchzubrechen angefangen hatten. a. Collabirte Rindenzellen, deren Wandungen verdickt und deren Lumen mit rothbrauner harziger Masse erfüllt ist, b. Bastzellen im Quer- und Längsschnitt, c. Myceliumgeflechte.

Taf. XII. Anatomie der Rinde eines zweijährigen gesunden Lärchenzweiges, Anfang Juli.

Fig. 7. Querschnitt durch den Zweig, schwach vergrössert. ak. Aeussere Korkgewebschicht mit Harzgängen in den Nadelkissen, p. continuirliche Schicht eigenthümlicher Peridermazellen, ik. innere Korkgewebschicht, g. Querschnitt mit zahlreichen Harzgängen, jr. diesjährige noch in der Entwickelung begriffene Rinde, jh. diesjähriges noch in der Entwickelung begriffenes Holz, f. der vorjährige Jahrring, ms. der erste Jahrring (die Markscheide) und das Mark.

Fig. 8. Querschnitt durch die äussere Rinde und einen Theil der Grünschicht. e. Oberhautgewebe (Epiblema), h. Harzgang in einem Nadelkissen, ak. äussere Korkschicht, p. Peridermaschicht, ik. innere Korkschicht, g. Grünschicht, h. Harzlücke in der Grünschicht.

Fig. 9. Querschnitt durch die innerste Grünschicht, die jugendliche Rinde und einen Theil des jugendlichen Holzes. g. Grünschicht mit einer Harzlücke (rh) und querdurchschnittene Bastzellen (b). In der Harzlücke befindet sich ausgeschiedenes erstarrtes Harz (die feinpunktirte Masse). jr. Junges Rindengewebe mit einem noch in der Entwickelung begriffenen Intercellularraum (hh. Harzlücke). jh. Junges Holzgewebe, m. Markstrahlen.

Fig. 10. Ein Stückchen der durch Maceration isolirten Peridermaschicht (b. in Fig. 8) aus einem senkrechten Längsschnitt durch die Rinde.

Fig. 11. Zwei isolirte Zellen dieser Schicht.

Fig. 12. Einfache Bastzelle, Fig. 13 zwei verzweigte Bastzellen aus der älteren Grünschicht eines 20jährigen Stammes.

Fig. 14. Ein Stückchen Oberhaut (Epiblema) eines diesjährigen Junitriebs.

Fig. 15. Ein Stückchen Epiblema von einem zweijährigen Zweige. Die nach aussen gekehrten Wandungen der Zellen sind durchlöchert und theilweis zerstört, die Zellen selbst (durch die Ausdehnung des darunter befindlichen Korkgewebes) stellenweis (z. B. bei a) von einander getrennt, so dass sich zwischen ihnen Spalten gebildet haben.

Taf. XIII. Fig. 16. Ein Stückchen der äusseren abgestorbenen Rinde eines mit Corticiumfrüchten besetzten Astes im Querschnitt. sp. Spermogonien, m. mit Myceliumgeflechte erfüllte Hohlräume in der zerstörten Rinde, deren Gewebe gänzlich von Myceliumfäden des Corticium durchzogen ist.

Fig. 17. Stückchen einer Scheidewand zwischen zwei Spermogonienkammern. a. Geflecht verfilzter Myceliumfäden, woraus die Scheidewand besteht, b. verzweigte Basidien, welche die Spermatien tragen, von denen eine Anzahl abgefallener daneben liegt.

Fig. 18. Stückchen eines Myceliumgeflechts aus einem Hohlraume der zerstörten Rinde. Die kleinen Körnchen und Punkte sind theils ruhende theils schwärmende Micrococcuszellen. Bei a. Fusion von neben einander liegenden Schlauchzellen.

Fig. 19. Ein frei präparirter Myceliumfaden, Conidien bildend.

Fig. 20. Stückchen eines Querschnitts durch die innerste (an den Cambiumcylinder grenzende) noch ganz frische und unverletzte Bastschicht der Rinde einer 22jährigen kranken aber noch reich benadelten Lärche. Das Gewebe besteht aus dünnwandigen Gitterzellen (g), getüpfelten Bastparenchymzellen (p), welche Stärkekörner und Proteingemenge enthalten, und dazwischen eingestreuten dichwandigen Bastzellen (b). Durch die Intercellulargänge verlaufen junge Myceliumfäden (m), in den Parenchymzellen sind kleine Micrococcusschwärmer.

Fig. 21. Drei Bastparenchymzellen aus einer stark gebräunten und harzigen Stelle der vorjährigen Rinde desselben Stammes. Zellenräume und Intercellulargänge von ausgebildeten Myceliumschläuchen durchzogen, erstere von Micrococcus wimmelnd. Zelleninhalt verschwunden, Wandungen collabirt und durchlöchert.

Fig. 22. Ein Stückchen eines Harzklumpens, der aus dem Rindensprunge einer Krebsstelle hervorgequollen. Das Harz ist von Myceliumgeflecht ganz durchdrungen. m. Herausgedrungene Myceliumfäden, b. ein Riss im Harze.

Fig. 23. Ende einer Bastzelle aus der innern Rinde am Wurzelknoten eines fünfjährigen kranken Lärchenstämmchens. a. Innenraum der Bastzelle, b. Myceliumschläuche, welche das Ende der Zelle umstricken und auch in die Zelle eingedrungen zu sein scheinen.

Fig. 24. a. bis d. Stücken ausgewachsener Myceliumschläuche aus der Rinde derselben Lärche. a. Zellenfusionen aus der Stammbasis, b. alter Myceliumfaden aus dem untern Stammende mit aufsitzenden Conidien, bei d. ein Stückchen desselben stärker vergrössert (jedes Conidium enthält eine grosse sich bewegende Micrococcuszelle); c. ein anderer mit ausgebildeten Conidien besetzter Myceliumschlauch aus der Rinde der Mitte des Stämmchens, daneber ein Conidium stärker vergrössert. Man sieht die darin entstandenen (sich bewegenden) Micrococcuszellen durchschimmern. e. freigewordene grosse und kleine Micrococcusschwärmer.

Fig. 25. Stückchen des zahlreiche Zellenfusionen enthaltenden Geflechts von Schläuchen, welche aus dem Stroma und den Sporen eines Corticiumfruchtdurchschnittes auf dem Objectträger in feuchter Luft hervorgewachsen sind. — sp. Sporen.

Fig. 26. Weitere Entwickelungsstadien derselben Schläuche. a. Faden, welcher zahlreiche Seitenzweige getrieben hat, die am Ende Conidien bilden; b. ein Stück desselben Fadens stärker vergrössert, c. gekeimte Conidien.

Taf. XIV. Fig. 27. Stückchen eines senkrechten Schnitts durch einen Sporenträger des Corticium amorphum.

Fig. 28. Ein Theil desselben stärker vergrössert. a. Junge Sporenschläuche voll röthlichem Plasma, in welchem Zellenkerne schwimmen, b. Schlauch mit ausgebildeten Sporen, c. entleerter Sporenschlauch, p. Paraphysen voll röthlichem Plasma, st. Stroma.

Fig. 29. Freigewordene Sporen (im Winter). a. Mit feinkörnigem röthlichen Plasma erfüllte Sporen, b. Sporen mit Micrococcusschwärmern, c. geplatzte Spore, die Micrococcusschwärmer entlassend.

Fig. 30. Keimende und gekeimte Sporen im Juni, in verschiedenen Entwickelungsstadien. Alle diese Sporen hatten in feuchter Luft auf dem Objectträger gekeimt.

Fig. 31. Zwei Sporen, welche in feuchter Luft auf der Oberhaut eines frischen diesjährigen Junitriebs einer gesunden kräftigen Lärche gekeimt hatten.

Fig. 32 und 33. Weitere Entwickelungszustände der Keimschläuche von Sporen, welche auf dem Objectträger unter einer Glasglocke gekeimt hatten.

Fig. 34. Stückchen von der Oberhaut eines zweijährigen frischen vollbenadelten Zweiges eines gesunden Lärchenbaums, auf welchen Sporen übertragen worden waren. a. Eine gekeimte Spore, deren längerer Keimschlauch bei b. durch ein Loch in der Aussenwand einer Epiblemazelle in die Oberhaut eingedrungen ist, unter welcher man ihn eine Strecke weit hinlaufen sieht, bis c., wo das Ende des eingedrungenen Schlauches blasig sich erweitert hat, wahrscheinlich, um nun das unter der Oberhaut befindliche Rindengewebe zu durchbohren.

Berichtigungen und Zusätze zum ersten Hefte.

Einleitung, S. 16. Die in den Spermogonien auf Basidien stehenden kleinen Körperchen werden von der Mehrzahl der jetzigen Mykologen Spermatien genannt, weshalb ich dieselben fortan auch so nennen will. Unter Stylosporen versteht man zwar auch auf Basidien stehende aber keimfähige Sporen (s. oben S. 129).

S. 19, Anmerkung. Der wohl zuerst von De Bary in die Wissenschaft eingeführte Unterschied von Saprophyten und Parasiten ist bei den Pilzen unhaltbar, worauf schon Hallier (Gährungserscheinungen etc.) aufmerksam gemacht hat. Denn es giebt genug Pilze, welche gleichzeitig die Rolle von Parasiten und Saprophyten spielen. Der in diesem Hefte beschriebene Lärchenpilz tritt in seiner Jugend unzweifelhalt als ein echter Parasit auf, denn man findet sein jugendliches Mycelium immer nur in der noch frischen, noch assimilirenden und anscheinend vollkommen gesunden Rinde. Dieses Mycelium veranlasst, sei es durch seine directe Einwirkung, sei es durch die von ihm erzeugte Fäulnisshefe (Micrococcus) einen Zersetzungsprozess der Zellen und ihres Inhalts, welcher bald das gänzliche Absterben des Rindengewebes zur Folge hat. In diesem wuchert der Pilz nun erst recht, denn die dichten Myceliumgeflechte, aus welchen auch die Spermogonien und Sporenträger hervorgehen, finden sich nur in der absterbenden und abgestorbenen Rinde. Dann also ist dieser Pilz ein Saprophyt! Dasselbe gilt von dem im I. Hefte beschriebenen *Fusidium candidum,* von dem Rothfäulepilz *(Xenodochus ligniperda)* und wahrscheinlich von allen Parasiten, welche Micrococcus erzeugen.

Zur Kenntniss der Roth- und Weissfäule. Der von mir entdeckte und beschriebene Pilz der Rothfäule (*Xenodochus ligniperda* *) gehört

---

*) In einer in Nr. 22 des heurigen Jahrgangs der Regensburger „Flora" befindlichen Kritik des I. Hefts meiner „mikroskopischen Feinde des Waldes" wird es als wahrschein-

nach einer brieflichen Mittheilung des Herrn Prof. Hallier zu den Brandpilzen *(Ustilagineen)*, und zwar in die Nähe der Gattung *Urocystis*, der blaue Schnabelpilz *(Rhynchomyces violaceus)* in die Nähe der Schimmelgattung *Gonatobotrys*. Der genannte Forscher hat mich auch belehrt, dass die aus den Xenodochussporen hervortretenden Schwärmer, sowie die vom *Fusidium candidum* producirten nichts Anderes als Micrococcusschwärmer seien, wie ich dies bereits oben S. 206 erwähnt habe. Da nun aus Hallier's zahlreichen Versuchen hervorgeht, dass alle Fäulnissprozesse durch Micrococcuszellen, welche letztere ein Product der verschiedenartigsten Pilze sind, eingeleitet werden, mithin Fäulniss ohne Gegenwart von Micrococcus gar nicht denkbar ist, so ist dadurch zugleich der Beweis geführt, dass die Rothfäule einzig und allein durch den von mir entdeckten auf irgend eine Weise in die Bäume eindringenden Pilz verursacht wird. Die in diesem Heft beschriebenen Pilzkrankheiten haben mir es seit Jahr und Tag unmöglich gemacht, mich mit der Roth- und Weissfäule zu beschäftigen; ich gedenke aber meine Untersuchungen darüber im nächsten Jahre wieder aufzunehmen.

Der schwarze Brand der Rothbuchentriebe. Einen Nachtrag zu meiner Schilderung dieser Krankheit, welche ich gegenwärtig lieber als Buchenkrebs bezeichnen möchte, habe ich bereits im 1. Hefte des heurigen Jahrgangs der vom böhmischen Forstverein herausgegebenen „Vereinsschrift für Forst-, Jagd- und Naturkunde“ S. 77 ff. geliefert, worauf ich hiermit verweise. Ich habe dort mitgetheilt, dass nach meinen im vorigen Jahre auf Olbernhauer und Zöblitzer Revier gemachten Beobachtungen jene Pilzkrankheit viel schlimmere Folgen hat, als ich bei meinen ersten Untersuchungen vermuthen konnte. Das *Fusidinm candidum* führt nämlich nicht blos das Absterben junger Zweige herbei, sondern vermag auch manichfache Verkrüppelungen zu veranlassen. Dies geschieht, wenn der Pilz junge Buchen (2—3jährige, vielleicht auch ältere Buchenpflanzen) befällt und die von ihm bewohnten Stellen ausgeheilt werden. Eine solche Verheilung scheint nur

lich hingestellt, dass mein Rothfäulpilz gar nicht zur Gattung *Xenodochus* gehören könne. Ich habe darauf nur zu erwidern, dass ich es nicht gewesen bin, welcher den fraglichen Pilz zu der genannten Gattung gezogen hat, sondern Herr Dr. Rabenhorst, dem ich den Pilz zur gefälligen Bestimmung übergeben hatte, wie ich das auch auf S. 67 ausdrücklich erklärt habe. Bezüglich der Zweifel an der Richtigkeit meiner Angaben über die Entwickelungsgeschichte und den Generationswechsel besagten Pilzes, welche jener Kritiker auszusprechen für gut befindet, will ich nur bemerken, dass 1. ich Niemanden die Berechtigung zugestehen kann das, was ein gewissenhafter Forscher gefunden, anzuzweifeln, so lange er nicht die betreffende Untersuchung selbst wiederholt hat; 2. dass die Reformatoren der Mykologie sich doch nicht einbilden sollen, dass das, was sie bei so und so viel Pilzen beobachtet haben, für alle Pilze gilt.

in zwei Fällen einzutreten: 1. wenn das in der Rinde und im Holz wuchernde Mycelium des Pilzes nur auf eine Seite beschränkt bleibt, so dass auf der entgegengesetzten Seite die Saftcirculation im Zweige ungehindert fortdauern kann, 2. wenn ein Zweig zwar ringsherum vom Pilz befallen, aber nur die Rinde von dessen Mycelium bewohnt ist, der Holzkörper dagegen von demselben verschont bleibt. Im ersten, weitaus häufigsten Falle schwillt der Zweig der kranken bald absterbenden Stelle gegenüber an, indem sich nur hier neue Holzlagen zu bilden vermögen (Taf. V., Fig. 2, ax und Fig. 4). Je älter und dicker ein solcher Ast oder Stamm wird, desto stärker wird nicht allein diese Anschwellung, sondern desto grösser wird auch — wegen der stattfindenden Ausdehnung in die Länge und Breite — die kranke Stelle, welche bald als ein vertiefter, von der Rinde entblösster, schwarzer, von wulstigen Rändern umgebener Fleck erscheint. Der Baum ist nämlich bestrebt, die kranke Stelle zu überwallen, es scheint ihm aber dies niemals zu gelingen. In Folge des Ueberwallungsprozesses bilden sich allmälig bis über 1″ dick werdend Wülste um die abgestorbene Stelle, welche oft wieder vertrocknen und dann unregelmässig aufspringen. Der Ast oder Stamm selbst bekommt an einer solchen Stelle wegen der Wulstbildung eine zusammengedrückte oder auch ganz unregelmässige knorrige, bisweilen sehr monströse Form. Es entstehen dem sogenannten Krebs der Obstbäume, Linden und Tannen ähnliche Deformationen, weshalb ich diese Pilzkrankheit der Rothbuche jetzt lieber, wie schon bemerkt, den B u c h e n k r e b s oder Rindenkrebs der Rothbuche nennen möchte. Bei 3—5″ starken Aesten oder Stämmen erreichen die wie ausgefressen erscheinenden, inwendig geschwärzten Krebsstellen die Grösse einer Mannsfaust. Schwächere Aeste oder Stämmchen mit zahlreichen Krebsstellen sehen ganz ähnlich aus, wie von der Larve des *Curculio (Cryptorhynchus) Lapathi* ausgefressene Aeste und Stämme der Erlen. Das oben unter 2. angegebene Auftreten des Schmarotzerpilzes wirkt ganz ähnlich, wie der sogenannte Ringel- oder Zauberschnitt. Es schwillt nämlich die Axe über der kranken Stelle keulenförmig an (Taf. V, Fig. 2, b). Die absterbende Rinde springt später nicht allein auf, sondern löst sich vom Holzkörper ab. Bevor die selten vollständig eintretende Ueberwallung beendet wird, vergehen mehrere Jahre, weshalb der über der ringförmigen Krebsstelle befindliche Theil des Astes oder Stammes sich sehr beträchtlich verdickt. Befällt nun der Pilz Buchenpflanzen an der Hauptaxe und tödtet er dieselbe nicht, so wird eine solche Buche nimmermehr einen gut gewachsenen zu Nutzholz tauglichen Stamm bilden, sondern einen verkrüppelten, mit zahlreichen Krebsstellen bedeckten, abnorm geformten Stamm, welcher beim Abtrieb nur Brennholz, und zwar nur wandelbares zu liefern vermag.

Ich habe auf Olbernhauer Revier ganze von diesem Pilz befallene Buchendickungen gesehen, aus denen nur Krüppelbestände hervorgehen können. Der Buchenkrebs ist übrigens jedenfalls so weit verbreitet, wie die Buche selbst. Ich habe denselben sowohl um Tharand, als in Böhmen und kürzlich am Anhalt'schen und Stollberg'schen Harz, an zahlreichen, immerhin nur vereinzelt vorkommenden Stämmen beobachtet. Erscheint er auf die Aeste beschränkt, so hat er natürlich nicht viel zu bedeuten.

Zur Abwehr und Verständigung.

Es war vorauszusehen, dass meine im ersten Hefte dieser Schrift, theils in dem Vorwort, theils in der Einleitung, theils in der Kritik der Rothfäuleliteratur mit vollstem Freimuth ausgesprochenen Ansichten und Urtheile in den forstlichen Kreisen hin und wieder unangenehm berühren und Entgegnungen mancherlei Art veranlassen würde. Ich habe das nicht anders erwartet. Wer an eingerosteten Vorurtheilen rüttelt, wer liebgewonnene Gewohnheiten und Ansichten zu bekämpfen sich unterfängt, wer dem alten Schlendrian entgegentritt, wer mit einem Worte den Muth hat und den Beruf in sich fühlt, zu reformiren, sei es in welcher Branche es wolle, der muss sich Püffe und Fusstritte gefallen lassen, denn ein gutes altes deutsches Sprüchwort sagt: „Wer die Wahrheit geigt, den schlägt man mit dem Fiedelbogen über den Kopf!" Ich bin sogar darüber erstaunt gewesen, dass ich bis jetzt nicht mehr „Zurechtweisungen" erfahren habe, denn in der That handelt es sich blos um zwei. Die erste, im 3. Heft d. J. 1866 der „Forstlichen Berichte mit Kritik" enthalten, hat in meiner im 1. Heft d. J. derselben Zeitschrift abgedruckten Entgegnung bereits die gebührende Würdigung erfahren. Ich würde jene Kritik gar nicht beachtet haben, da ihr Verfasser eine gänzliche Unfähigkeit, naturwissenschaftliche Forschungen zu verstehen und zu beurtheilen, offen zur Schau trägt, hätte ich nicht befürchten müssen, dass mein Schweigen von jener Seite für ein Zeichen des Ueberwundensein genommen werden könnte. Anders verhält es sich mit der zweiten Zurechtweisung, welche Herr Professor Dr. Baur in Hohenheim in der von ihm redigirten „Monatsschrift für das Forst- und Jagdwesen" im Juniheft d. J. auf S. 238 mir angedeihen zu lassen für gut befunden hat. Ich habe alle Ursache, mit der Kritik des geehrten Herrn Collegen zufrieden zu sein, denn derselbe zollt den Ergebnissen meiner mikroskopischen Forschungen die grösste Anerkennung und ertheilt meiner Schrift in einem längeren, von eingehender Lecture zeugenden Referat das schmeichelhafteste Lob. Allein am Schlusse seiner Kritik versteht der genannte Herr seinem Lobe einen Dämpfer aufzusetzen, welcher den Werth meiner Forschungen sehr herabzudrücken im Stande ist, und lässt mir zugleich eine Zurechtweisung zu Theil werden, die ich nicht verdient zu haben glaube und welche ich nicht mit Schweigen hinnehmen kann, da in derselben der Naturforschung überhaupt Vorwürfe gemacht sind, die alles Grundes entbehren, mir selbst aber Meinungsäusserungen zugeschoben werden, welche mir niemals in den Sinn gekommen sind. Herr Professor Dr. Baur schliesst nämlich sein Referat mit folgenden Deductionen:

„ — — — möge es (dem Verfasser) gelingen, Mittel aufzufinden, diese Krankheiten aus unsern Wäldern zu entfernen; denn so lange

eine Wissenschaft nur Krankheiten erklärt, dieselben aber nicht zu heilen vermag, ist und bleibt sie todt, weil sie dem Staat und seinen Bewohnern keinen Pfennig einbringt, und nichts zur Annehmlichkeit der Bevölkerung beiträgt! ..... So dankbar wir daher auch Herrn Prof. W. für seine mikroskopischen Untersuchungen über die Rothfäule u. s. w. sind, so müssen wir uns doch schliesslich gegen eine Ansicht verwahren, welche derselbe in der Vorrede und an andern Stellen seiner Schrift niederschrieb. Der Verfasser spricht sich hier in den schärfsten Ausdrücken gegen die Unwissenschaftlichkeit der seitherigen praktischen Forstwirthschaft und gegen die Richtung der Forstwirthe selbst aus und schreibt es nur dieser zu, dass wir in der Frage über die Rothfäule noch nicht weiter gekommen sind. Wir geben gern zu, dass bei einem Theil der ausübenden Forstbeamten etwas mehr wissenschaftliches Streben sehr zu wünschen wäre, müssen jedoch vieles durch die Verhältnisse, in welchen dieselben leben, entschuldigen. Wenn aber der Verfasser den Praktikern darüber Vorwürfe macht, dass sie nicht schon früher zu mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchungen geschritten sind, um z. B. die Rothfäule zu erklären, wenn er überhaupt glaubt, die ausübenden Forstbeamten könnten sich mit solchen Arbeiten mit Erfolg abgeben, so verkennt er vollständig die Stellung dieses Standes und die Achtung, die er seinem Fache selbst schuldig ist. Erklärt der Verfasser doch selbst die Ansichten der Professoren und Gelehrten Borkhausen, Reum, Bechstein, G. L. Hartig, Schacht, Kolaczek, Döbner, Pfeil, Nördlinger, Grebe, Geyer u. a. über die Rothfäule für werthlos, wie sollen da die Schüler, die jetzt ausübenden Beamten, etwas Ordentliches darüber wissen? — Wenn in diesen Fragen seither nicht mehr geschehen ist, so trifft der Vorwurf in erster Linie die Botaniker und Pflanzenphysiologen (den Herrn Verf. mit eingeschlossen), schon weit weniger die forstlichen Lehrer und ganz gewiss nicht die ausübenden Forstbeamten. Hätte Herr Prof. W. berücksichtigt, dass die mikroskopischen Pilze in den letzten Jahren selbst von Fachleuten erst genauer untersucht wurden, dass man erst durch die verheerende Wirkung der Kartoffelkrankheit und Rebenkrankheit, welche fast alle Fachgelehrten Europas auf's Eifrigste beschäftigten, diesen Pilzen grössere Aufmerksamkeit geschenkt hat: so würde er wohl in seiner Schrift einen etwas bescheideneren Ton eingehalten und nicht auf einen ganzen Beamtenstand mit Geringschätzung herabgesehen haben, dessen Leistungen und Berufsaufgaben er offenbar zu wenig zu beurtheilen versteht.“

Zu Ehren der Wahrhaftigkeit des Recensenten will ich annehmen, dass derselbe diese Zeilen in einer gewissen Erregtheit niedergeschrieben habe: er wird es mir aber nicht verdenken, wenn ich dennoch mir erlaube, seine vorstehend wörtlich wiedergegebenen Auslassungen Satz für Satz zu analysiren und kritisch zu beleuchten, denn das bin ich sowohl mir selbst, als der gesammten Naturforschung schuldig. Zunächst sehe ich mich genöthigt, der Behauptung des Herrn Professors Dr. Baur, dass eine Wissenschaft, welche Krankheiten nur zu erklären, nicht aber auch zu heilen vermöge, todt sei und bleibe, „weil sie dem Staat und seinen Bewohnern keinen Pfennig einbringe, und nichts zur Annehmlichkeit der Bevölkerung beitrage“, ganz entschieden entgegen zu treten, schon deshalb, weil ich eine zu hohe Meinung von der Wissenschaft hege, als dass ich deren Bestimmung darin finden könnte, blos Geld einzubringen und zur Annehmlichkeit der Bevölkerung beizutragen. Ich würde an der Stelle eines

„studirten“ Mannes, und ein solcher scheint der Herr Professor Dr. Baur seiner akademischen Würde nach doch zu sein, Anstand genommen haben, eine solche Meinung, die allerdings mit dem krassen Materialismus unserer Zeit bestens harmonirt, zu äussern, und hätte geglaubt, dass ein Vertreter der Wissenschaft — und ein solcher soll doch jeder Professor sein — vor der Wissenschaft, gleichgültig welcher, eine viel zu grosse Achtung habe, um sie „zu einer melkenden Kuh, die uns mit Butter versorgt“ herabzuwürdigen. Und habe ich etwa die im I. Hefte dieses Werks behandelten Krankheiten blos erklärt, habe ich nicht auch Mittel und Wege angegeben, welche möglicherweise dahin führen können, wirksame Maassregeln gegen jene Krankheiten ausfindig zu machen? — Mir ist nicht bekannt geworden, dass nur ein einziger Revierverwalter die von mir S. 96 bezüglich der Rothfäule vorgeschlagenen Versuche, so leicht ausführbar auch dieselben sind, wirklich angestellt hat. Kann ich, der ich kein Revier zu meiner Verfügung habe, dergleichen Versuche anstellen? — Herr Baur macht es mir ferner zum Vorwurf, dass ich mich „in den schärfsten Ausdrücken gegen die Unwissenschaftlichkeit der bisherigen praktischen Forstwirthschaft“ ausgesprochen habe u. s. w. Nun, ich meine, dass jeder Naturforscher, welcher die S. 32—59 mitgetheilten Aussprüche forstlicher Schriftsteller über die Rothfäule liest, keine allzu grosse Meinung von der Wissenschaftlichkeit der Forstwirthschaft, die sich doch vor allen Dingen in den Schriften der Forstschriftsteller documentiren sollte, bekommen wird. Wenn aber Herr Baur behauptet, ich habe es nur der Unwissenschaftlichkeit der Forstwirthe zugeschrieben, dass wir in der Frage über die Rothfäule noch nicht weiter gekommen seien, so muss ich diese Behauptung als unwahr zurückweisen, denn S. V der Vorrede habe ich gesagt, dass sich die Botaniker und Pflanzenphysiologen bisher auch nicht mit gründlicher Untersuchung der Baum- und Holzkrankheiten abgegeben haben, und S. 48 u. 49 habe ich hinter einander drei Naturforscher (Schacht, Kolaczek und Döbner) angeführt, in deren Schriften bezüglich der Rothfäule auch blos Hypothesen zu finden sind. Herr Baur fährt fort: „Wenn aber der Verf. den Praktikern darüber Vorwürfe macht, dass sie nicht schon früher zu mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchungen geschritten sind, um z. B. die Rothfäule zu erklären, wenn er überhaupt glaubt, die ausübenden Forstbeamten könnten sich mit solchen Arbeiten mit Erfolg abgeben, so verkennt er vollständig die Stellung dieses Standes und die Achtung, die er seinem Fache selbst schuldig ist.“ Wahrscheinlich begründet der Herr Recensent diesen Tadel auf meine Bemerkung, S. VI der Vorrede: „Die häufig zu hörende Entschuldigung, der praktische Forstmann habe zu mikroskopischen und andern wissenschaftlichen Untersuchungen keine Zeit, kann ich nicht gelten lassen.“ Nun, diese Meinung wage ich noch jetzt aufrecht zu erhalten. Ich bin seit 12 Jahren Lehrer an der Tharander Akademie und habe in dieser Zeit reiche Gelegenheit und als Mitglied der königl. Staatsforstprüfungscommission sogar die Verpflichtung gehabt, die praktische Forstwirthschaft und die Geschäfte eines Revierverwalters kennen zu lernen, bin auch so glücklich, einen königl. Revierverwalter unter meinen nächsten Verwandten zu zählen. Ich habe da die Ueberzeugung gewonnen, dass unsere Revierverwalter und Förster, wenn sie sonst wollen, Zeit genug zu wissenschaftlicher Nebenbeschäftigung haben, wenigstens ebensoviele, wie ich selbst, der ich meine freie Zeit, die Andere zur Erholung verwenden, auf wissenschaftliche Arbeiten verwenden muss, wenn ich dergleichen überhaupt unternehmen will. Auch habe ich den Praktikern keine Vorwürfe darüber gemacht, dass sie nicht schon früher zu mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchungen geschritten seien, wohl aber S. V gesagt, dass sie schon längst hätten Naturforscher beauftragen können, auf Kosten der Forstkasse die erforderlichen Untersuchungen

und Versuche zu machen. Wie ich durch die eben ausgesprochene Meinung „die Achtung, die ich meinem Fache selbst schuldig bin," verkennen soll, begreife ich nicht. Die Naturforschung ist gegenwärtig, Gott sei Dank! nicht mehr Eigenthum eines besonderen Standes, sondern Gemeingut aller Gebildeten oder soll es wenigstens sein. Bezüglich der „Professoren und Gelehrten", welche Herr Baur sodann nennt, erlaube ich mir zu bemerken, dass, soviel mir bekannt, die Herren Bechstein, G. L. Hartig, Pfeil, Nördlinger, Grebe, wohl auch Geyer, bevor sie Professoren resp. Oberforsträthe wurden, praktische Forstmänner gewesen, ja zum Theil noch sind. Auf die Frage des Herrn Recensenten: „Wie sollen die Schüler (dieser u. a. Herren), die jetzt ausübenden Forstbeamten, etwas Ordentliches (über die Rothfäule) wissen?" gebe ich zur Antwort das, was ich S. 27 gesagt habe: „Von den ältern Forstbeamten, welche nicht so glücklich waren etc., ist es nicht zu verlangen, dass sie Beobachtungen und Untersuchungen anstellen sollen, wie solche der gegenwärtige Stand der Naturforschung erheischt; von der jetzt an den Forstlehranstalten studirenden Jugend und den aus derselben hervorgehenden Forstbeamten dagegen kann und muss man dies verlangen." Und in der That könnte ich mehrere meiner ehemaligen Schüler, jetzt Forstverwaltungsbeamte, namhaft machen, welche mit dem Mikroskop umzugehen verstehen und bereits mikroskopische und mikrochemische Untersuchungen gemacht haben. Uebrigens wird kein verständiger Naturforscher verlangen, dass ein Forstbeamter Entwickelungsgeschichten von Pilzen und überhaupt Untersuchungen, wie die in diesem Werke veröffentlichten, machen soll. Wohl aber wird sich der verwaltende Forstbeamte, wenn er mit dem Mikroskop umzugehen weiss, durch vorläufige Untersuchungen vor manchem vorschnellen Urtheil über Naturerscheinungen bewahren können, und schon dies ist etwas werth! — Herr Prof. Baur fährt fort: „Wenn in diesen Fragen seither nicht mehr geschehen ist, so trifft der Vorwurf in erster Linie die Botaniker und Pflanzenphysiologen (!), schon weit weniger die forstlichen Lehrer (?) und gewiss nicht die ausübenden Forstbeamten." Es ist wirklich ergötzlich, wie hier der geehrte Herr den Spiess einfach umkehrt und es den Botanikern und Pflanzenphysiologen (einschliesslich meiner Wenigkeit) in die Schuhe schiebt, dass bisher noch so wenig Gründliches über die Krankheiten der Waldbäume bekannt geworden ist. Seite V der Vorrede habe ich bemerkt: „Allerdings haben sich die Botaniker und Pflanzenphysiologen von Fach ebensowenig wie die Forstleute mit gründlicher Untersuchung der Baum- und Holzkrankheiten abgegeben; indessen lag es jenen, welche gerade genug zu thun hatten und noch zu thun haben mit der Erforschung des Baues und Lebens der gesunden Pflanze, lange nicht so nahe, sich um die Krankheiten der Holzarten zu kümmern, als den Holzproducenten, denen doch in ihrem eigenen Interesse, im Interesse der Rente ihres Waldes, daran gelegen sein musste, gesundes Holz zu erziehen" u. s. w. Was mich selbst betrifft, so will ich nur erwähnen, dass ich bereits im J. 1856, d. h. im zweiten Semester meiner amtlichen Thätigkeit an der hiesigen Akademie, eine Pilzkrankheit der Kiefer untersucht und aufgeklärt habe*). Wenn sodann Herr Baur behauptet, „dass die mikroskopischen Pilze selbst von Fachleuten (d. h. Botanikern) erst in den letzten Jahren genauer untersucht worden seien, dass man erst durch (?) die verheerende Wirkung der Kartoffel- und Rebenkrankheit diesen Pilzen grössere Aufmerksamkeit geschenkt habe", so hätte derselbe wohl besser gethan, ehe er diese Worte niederschrieb, sich in der botanischen Literatur etwas umzusehen. Er würde dann gefunden haben.

*) Ueber eine durch parasitische Pilze verursachte Krankheit der Kiefer. Tharander Jahrbuch, Bd. XII (1857), S. 157—171.

dass z. B. über den Faulbrand des Weizens schon vor mehr als 100 Jahren eine gründliche Abhandlung von einem gewissen Tillet, dem zu Ehren der betreffende Pilz neuerdings *Tilletia Caries* genannt worden ist, erschien*), dass Léveillé schon 1826 mikroskopische Untersuchungen über das Mutterkorn, und Unger 1833 und 1840 eine Menge solcher Untersuchungen über verschiedene parasitische Pilze veröffentlicht hat**). Und ist nicht gerade über die Rothfäule die erste auf mikroskopische Untersuchungen beruhende Abhandlung von Th. Hartig, welche die praktischen Forstwirthe entweder ignorirt oder bespöttelt haben, im J. 1833, also 10 Jahre vor dem ersten Auftreten der Kartoffelkrankheit erschienen? — Endlich protestire ich ganz entschieden gegen die Behauptung, „dass ich auf einen ganzen Beamtenstand, dessen Leistungen und Berufsaufgaben ich offenbar zu wenig zu beurtheilen verstehe, mit Geringschätzung herabgesehen habe." Wer dies aus meinem Werke herauszulesen vermag, dreht mir die Worte im Munde um. Ich achte und liebe den Stand der Forstwirthe und wer mich persönlich kennt, wird an der Wahrheit dieses Ausspruchs nicht zweifeln. Nur Liebe zur Wissenschaft und der Wunsch, der Forstwissenschaft einen Dienst zu erweisen und sie zu heben, haben mich veranlasst, der Oberflächlichkeit entgegenzutreten, welche unbestritten sich in die Forstwirthschaft eingeschlichen hat. Meine scharfen Aeusserungen, die zurückzunehmen ich keine Veranlassung finde, gelten einzig und allein jenen vornehmen Herren, welche mit mitleidiger Verachtung auf die Wissenschaft herabblicken, welche nur denjenigen die Berechtigung zu einem Urtheil über Erscheinungen im Walde zugestehen wollen, die den grünen Rock tragen und die Schule des Praktikers durchgemacht haben und welche die Naturforschung als eine blosse Handlangerwissenschaft der praktischen Forstwirthschaft betrachten, während umgekehrt letztere nichts ist, nichts sein kann und soll, als eine angewandte Naturforschung. Ich überlasse es dem Urtheile des unbefangenen Lesers, auf welcher Seite mehr Unbescheidenheit ist, auf meiner, weil ich mir erlaubt habe, die Aussprüche forstlicher Schriftsteller über die Rothfäule, in denen die gröbsten Verstösse gegen längst bekannte Gesetze der Chemie und Pflanzenphysiologie enthalten sind, gebührend zu kritisiren und S. VIII und IX der Vorrede den nachtheiligen Einfluss aufzudecken, den das unwissenschaftliche Gebahren höherer Forstbeamten auf die jungen strebsamen Forstmänner übt, oder auf der Seite solcher Herren, welche die mühsamsten wissenschaftlichen Forschungen vornehm ignoriren und ohne pflanzenphysiologische Kenntnisse sich absprechende Urtheile über Erscheinungen im Leben der Waldbäume erlauben. Dass ich in dieser Beziehung nicht so ganz falsch beobachtet habe, beweist unter andern ein Brief eines thüringischen Staatsforstbeamten, welcher mir unter dem 25. Februar d. J. Folgendes schrieb: „Mit wahrer Andacht habe ich Ihre mikroskopischen Feinde des Waldes gelesen, in welchem Werke Sie uns Forstleute in so freimüthiger Weise auf die richtige Methode der Untersuchung und die Art und Weise, wie wir Erfahrungen im Walde zu machen haben, hinweisen, dass es mich drängt, Ihnen meine Dankbarkeit hierfür in diesen Zeilen an den Tag zu legen. Ich fühle in der That eine um so dringendere Veranlassung hierzu, als ich die Wahrheit Ihrer namentlich in

---

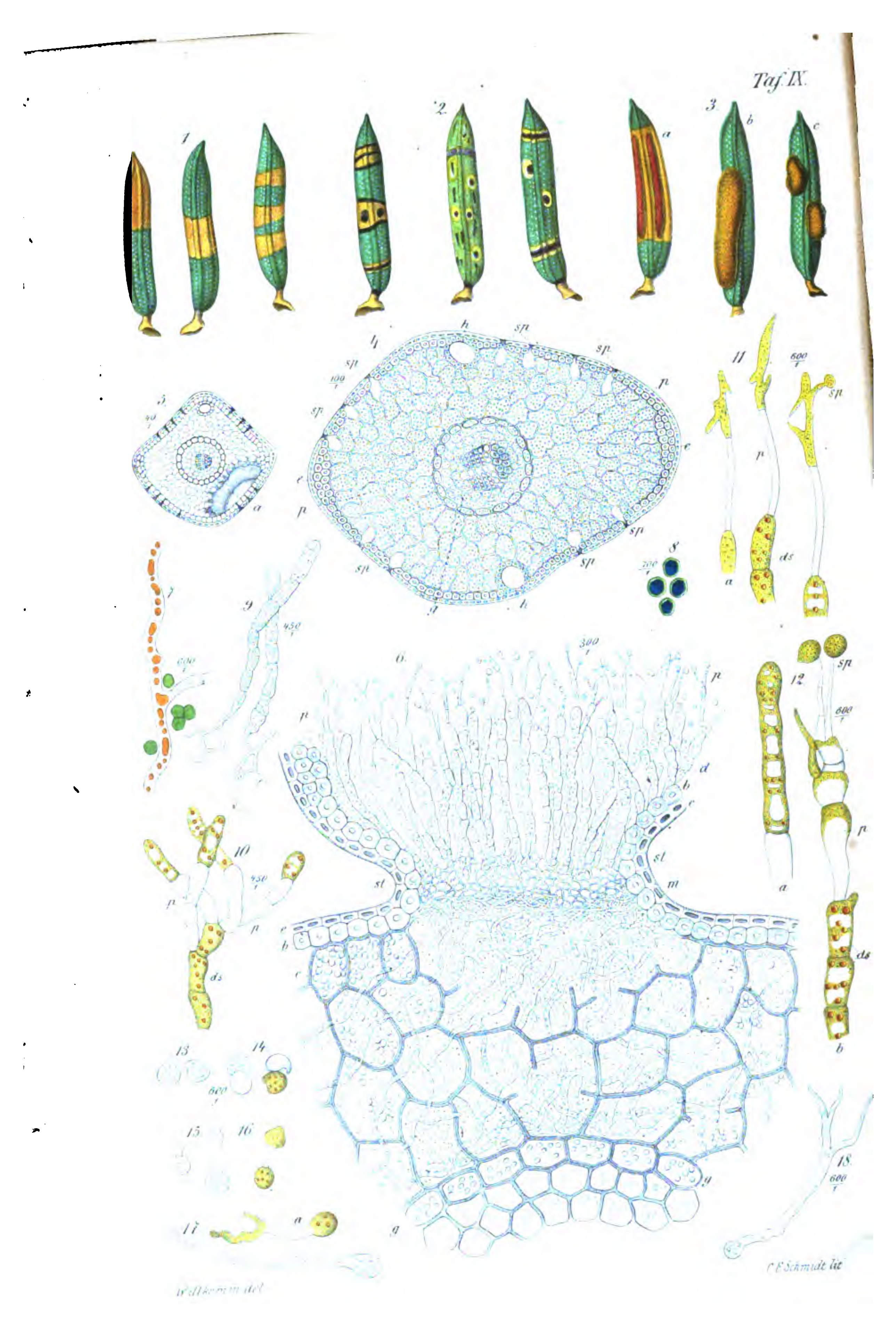
*) Tillet, Dissertation sur la cause, qui corrompt et qui noircit les grains de bled dans les épis, et sur les moyens de la prévenir. Troyes, 1756.

**) Léveillé, Memoire sur l'ergot ou nouvelles recherches sur la cause et les effest de l'ergot, considéré sous le triple rapport botanique, agricole et médicale. Paris, 1826.
Unger, Die Exantheme der Pflanzen und einige mit diesen verwandte Krankheiten der Gewächse etc. Wien, 1833.
— — Beiträge zur vergleichenden Pathologie. Wien, 1840. — Diesen Schriften liessen sich noch viele andere beifügen.

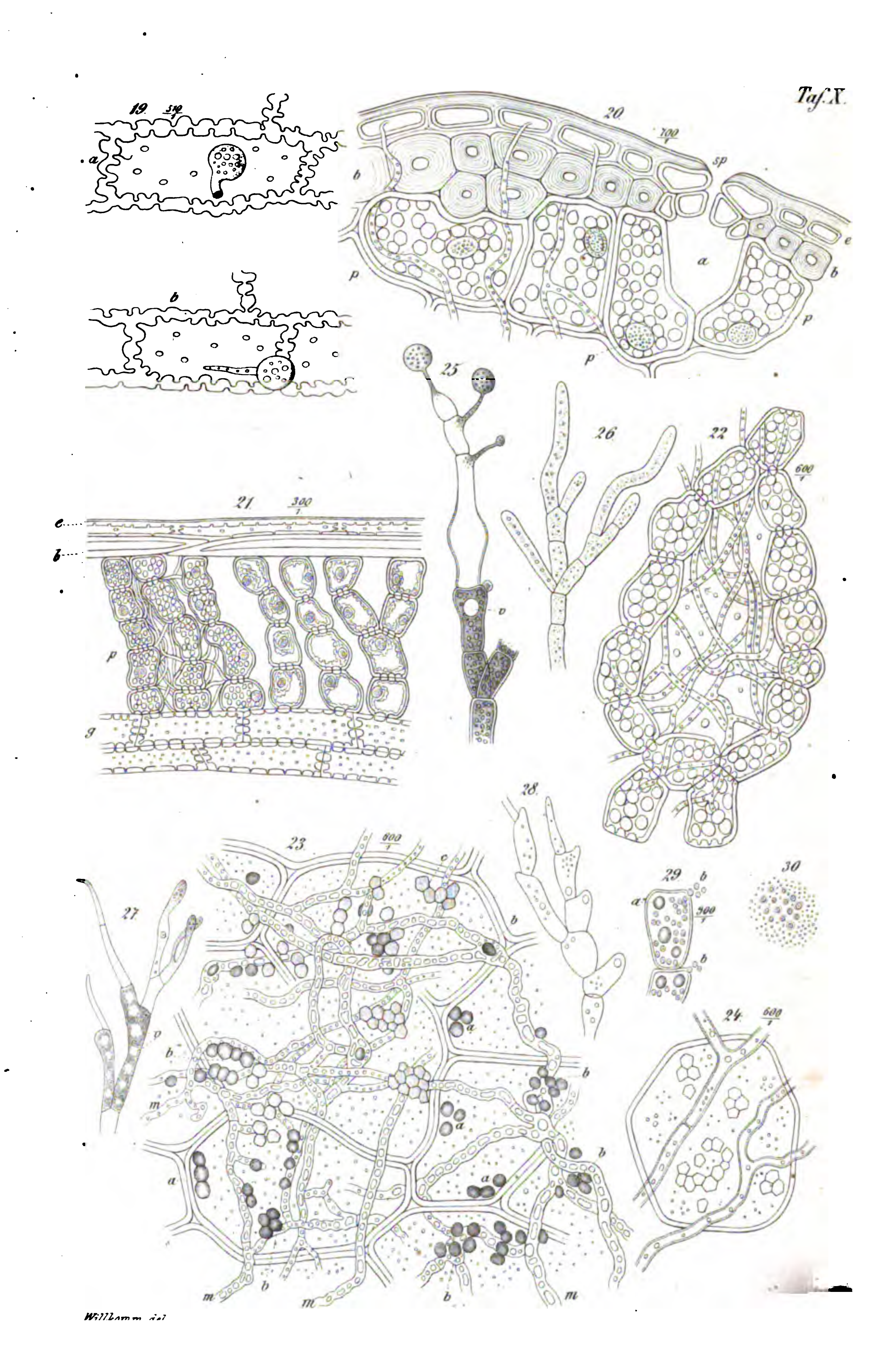
dem einleitenden Theil niedergelegten Bemerkungen über die häufig zu Tage tretende Art sogenannter forstlicher Untersuchung, das vornehme Belächeln des Treibens eines seinem Berufe wirklich ergebenen jungen Forstmanns von Seiten der Praktiker, den unglückseligen Wahn, dass ein Forstmann, welcher die auf der Akademie erworbenen Kenntnisse im sogenannten praktischen Dienst zu erweitern strebt, unpraktisch sein müsse, zum Mindesten unpraktischer, wie ein Solcher, welcher, sich dem Strome des Alltäglichen preisgebend, die Fortschritte der Wissenschaft ignorirt etc., selbst, namentlich in den früheren Jahren der Brause, in einer Weise habe empfinden müssen, die mir den forstlichen Beruf hätte verleiden müssen, wäre ich ein weniger treu ergebener Jünger desselben gewesen, als dies wirklich der Fall ist. Wenn Männer der Wissenschaft sich unsrer so warm annehmen, wie Sie dies gethan und bekundet haben, fühlt man sich reichlich für manche Unbill entschädigt." — Und so gedenke ich denn auch ferner auf dem einmal betretenen Wege unbeirrt vorwärts zu schreiten und hoffe mir dadurch den Dank aller wissenschaftsfreundlichen Forstmänner zu verdienen.

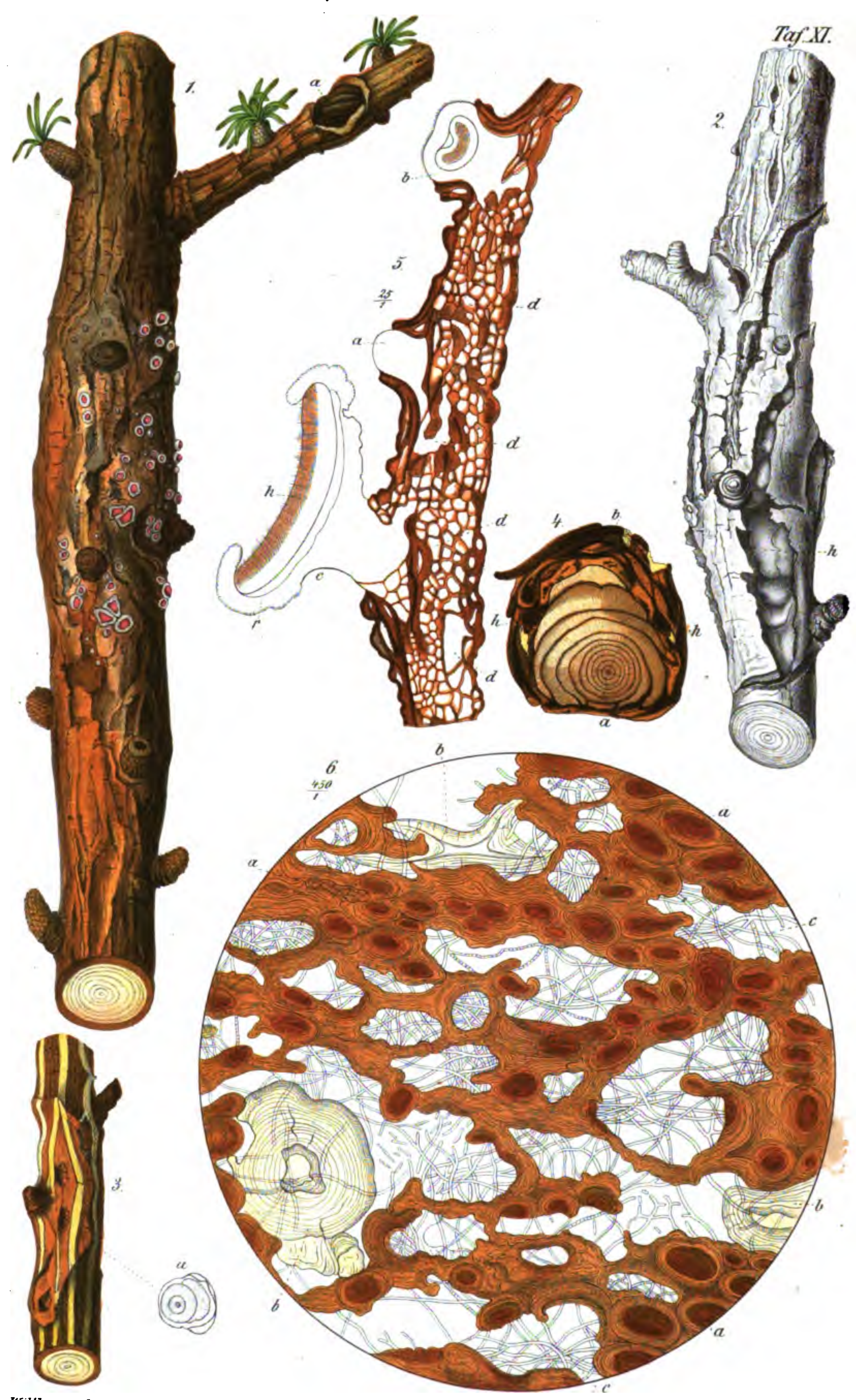
Tharand, den 25. September 1867.

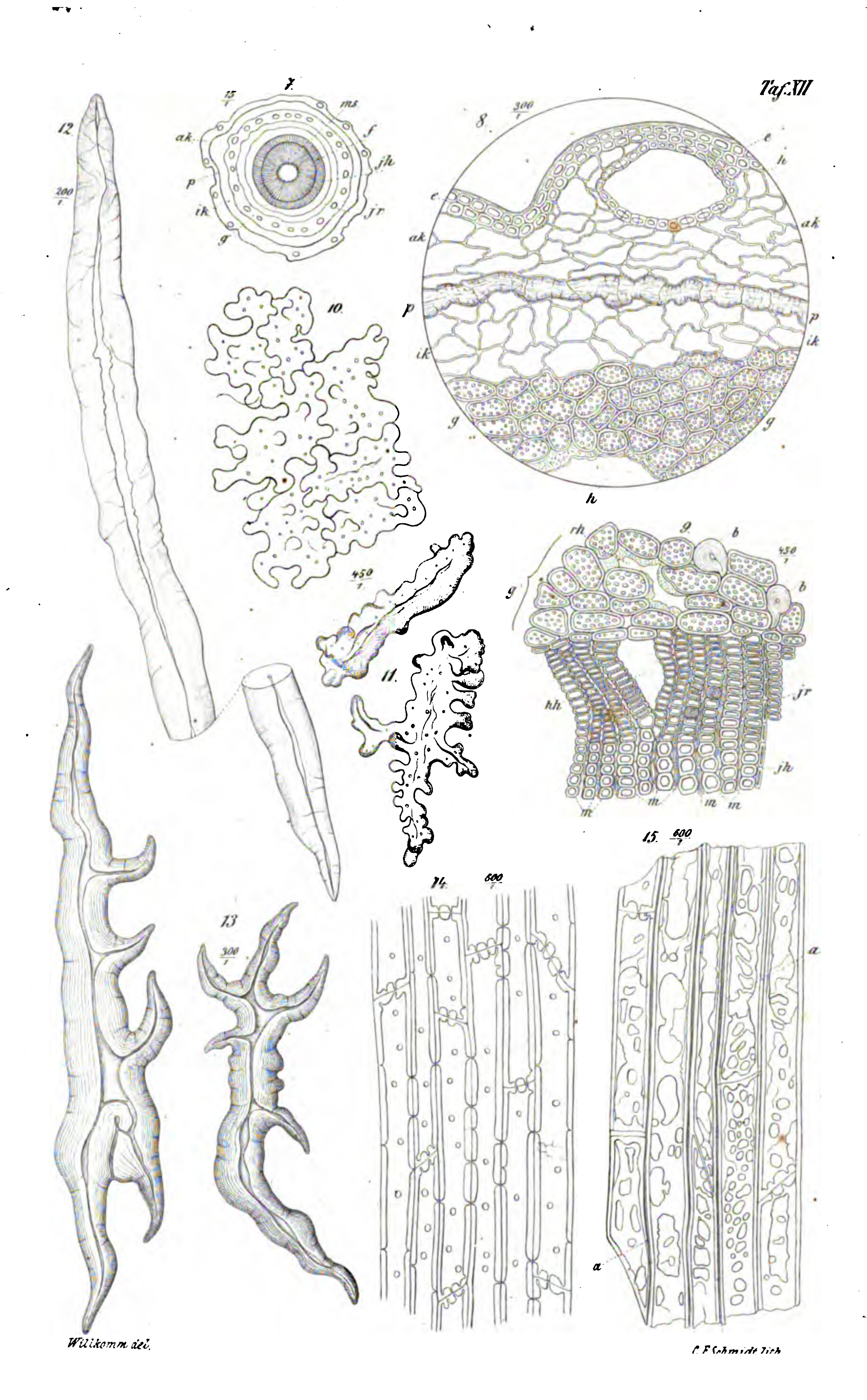
Der Verfasser.

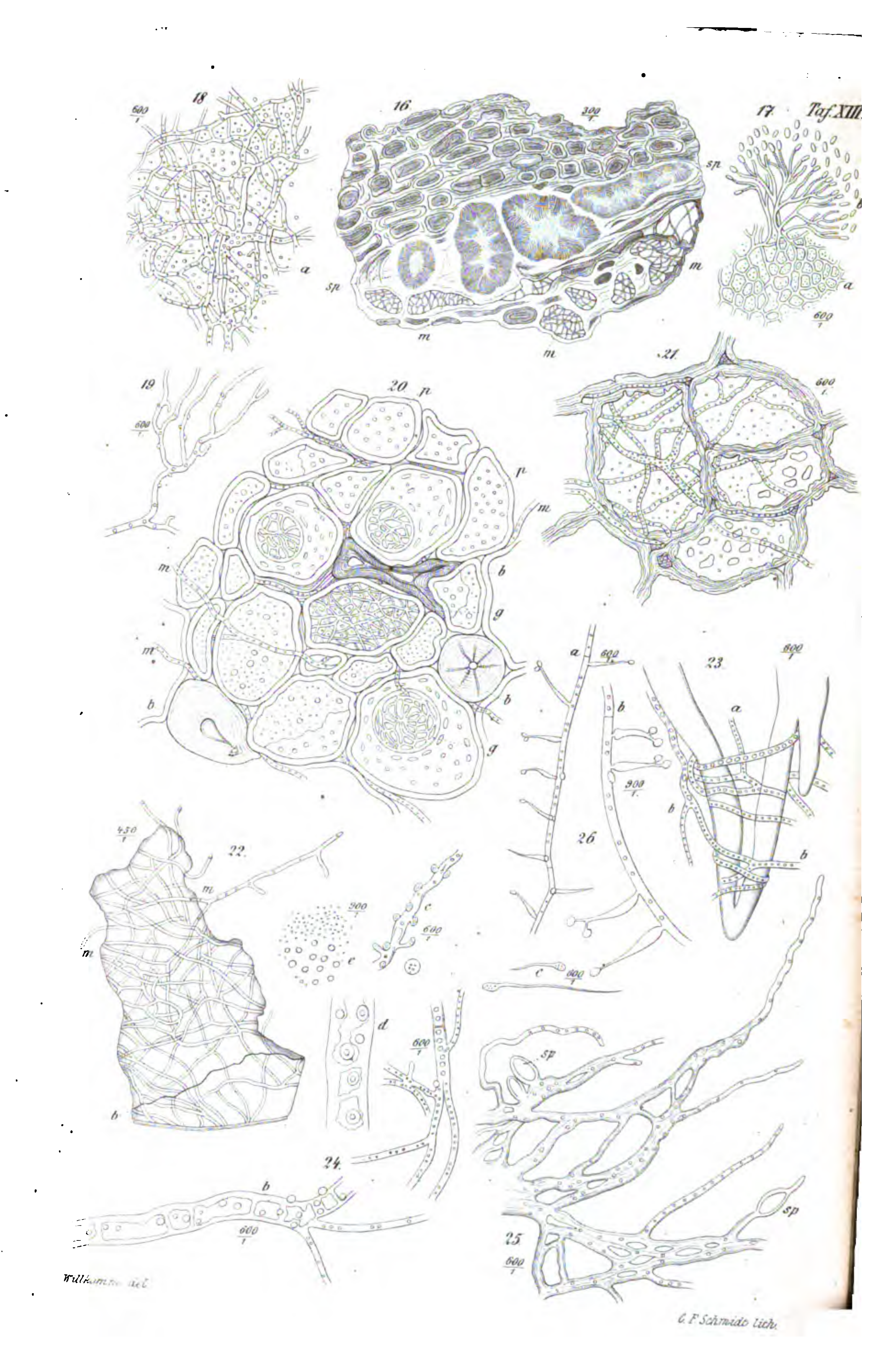


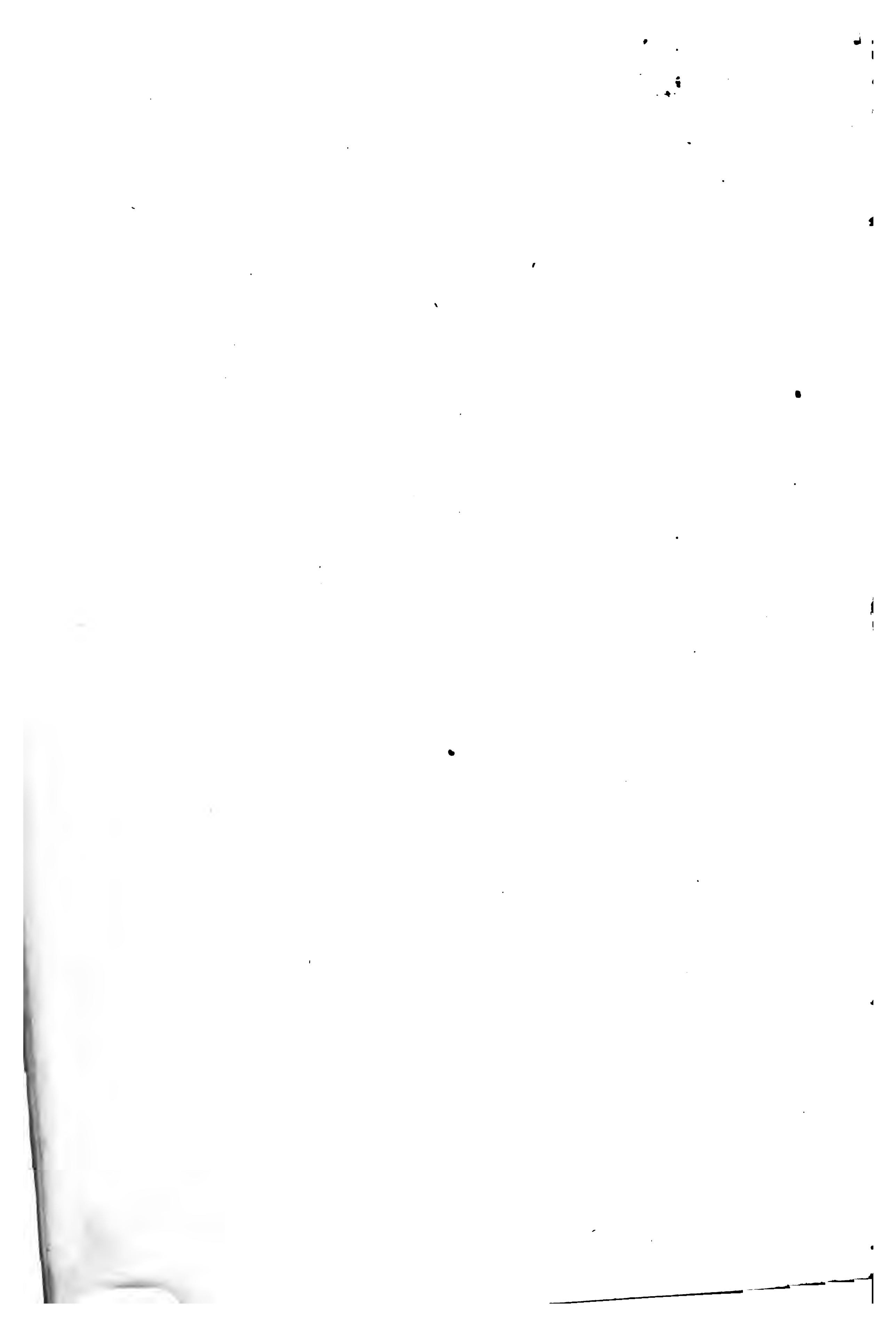
Taf. IX.
W. Ukerm del.
C. F. Schmidt lit.


Taf. X.
Willkomm del.


Taf. XI.
1.
a
2.
h
3.
a
4.
a
b
h
h
5.
25/1
a
b
c
d
d
d
d
h
r
6.
450/1
a
a
a
b
b
b
c
c
Willkomm del.


Taf. XII
Willkomm del.
C. F. Schmidt lith.

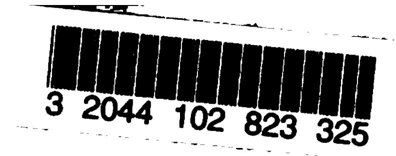

Taf. XIII.
Willkomm del.
C. F. Schmidt lith.





Willkomm del.

C.F. Schmidt lith.


3 2044 102 823 325